



## 저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

도시계획학 박사학위논문

# 한국 시내버스운송업의 비용구조 분석

- Fourier 함수형태를 이용하여 -

**Cost Structure of the Korean Urban Bus Transit Industry:  
An Application of the Fourier Flexible Functional Form**

**2014년 2월**

서울대학교 환경대학원

환경계획학과

송 지 영

# 한국 시내버스운송업의 비용구조 분석

- Fourier 함수형태를 이용하여 -

지도교수 김 성 수

이 논문을 도시계획학 박사학위논문으로 제출함

2013년 10월

서울대학교 환경대학원

환경계획학과

송 지 영

송지영의 도시계획학 박사학위논문을 인준함

2013년 12월

위 원 장 \_\_\_\_\_ (인)

부 위 원 장 \_\_\_\_\_ (인)

위 원 \_\_\_\_\_ (인)

위 원 \_\_\_\_\_ (인)

위 원 \_\_\_\_\_ (인)

# 한국 시내버스운송업의 비용구조 분석

- Fourier 함수형태를 이용하여 -

## 요약(국문초록)

송 지 영

본 연구에서는 서울시를 포함한 7개 대도시의 159개 시내버스업체에 대한 2008년 기준 횡단면 자료를 이용하여 시내버스운송업의 비용구조와 준공영제의 영향을 분석하고, 분석 결과로부터 비용 측면에서 구조개편방안의 경제적 타당성을 검증하였다.

본 연구는 시내버스업체를 노동, 연료, 정비, 자본 요소를 투입하여 일반버스-km, 좌석버스-km를 생산하는 다수산출물 기업형태로 상정하였다. 다음으로 반복결합일반화최소자승법(ITSUR)을 이용해 추정된 푸리에 총비용함수로부터 일반버스와 좌석버스 간 비용보완성 및 규모의 경제성 그리고 최소효율규모를 산출량 구성비율에 따라 추정하였다. 더불어 준공영제의 시행 여부에 대한 더미변수와 요소가격의 교차항을 통해 준공영제가 총비용을 증가시키는 정도와 요소가격에 미치는 영향의 정도를 분석하였다.

본 연구의 분석결과는 다음과 같다. 첫째, 국내 시내버스운송업의 비용구조를 보다 잘 반영하는 함수형태는 초월대수 함수형태가 아니라 푸리에 함수형태인 것으로 나타났다. 이는 좌석버스-km의 분포 특성이 평균점에서 근사하는 초월대수 함수형태보다 전역적 근사가 가능한 푸리에 함수형태에 더 적합하기 때문으로, 추정결과 역시 삼각함수항들이 대부분 유의하게 나타났고, 초월대수 함수형태보다 푸리에 함수형태의 예측오차가 전체 범위에서 더 낮은 것으로 나타났다.

둘째, 시내버스업체는 대체로 요소가격의 변화에 비탄력적인 것으로 나타났지만, 정비요소의 자기가격탄력성과 노동요소와의 교차탄력성은 상대적으로 높게 나타나 운행비용을 줄이기 위해 비교적 탄력적인 정비비용을 줄이면 가장 큰 비용요소인 노동비용을 증가시킬 수 있음을 고려하여 적정 수준의 정비는 유지해야 함을 알 수 있었다. 자본요소의 자기가격탄력성은 준공영제 시행 이후 비효율적인 요소 투입이 이루어지는 것으로 나타났으므로 차량을 감축하기 위해서는 대당 표준운송원가에 의해 재정지원이 이루어지는 현재의 방식을 개선할 필요가 있다고 판단된다. 한편 노동과 자본, 연료와 자본은 보완관계로 나타났고, 노동과 정비, 정비와 자본은 대체관계로 나타났다.

셋째, 규모의 경제성과 비용보완성은 산출량 구성비율과 산출량 규모에 따라 결정된다. 국내 시내버스운송업은 산출물별로는 규모의 경제가 존재하지만 일반버스와 좌석버스 간 범위의 불경제로 인해 전반적인 규모의 경제는 한정적으로 존재하는 것으로 분석되었다. 따라서 일반버스와 좌석버스는 각각 전문화하여 운행하고, 업체 규모는 도시별로 차이는 있지만 약 300~500대로 대형화하는 것이 비용 측면에서 더 효율적인 것으로 나타났다. 그러나 사회적 관점에서 일반버스와 좌석버스의 결합운행이 반드시 나쁜 선택이라고 할 수는 없다. 일부이기는 하지만 범위의 경제가 존재할 가능성을 확인하였고, 좌석버스의 분리 대신에 유인규제를 통해 비용 측면의 효율성을 개선할 수도 있기 때문이다. 대형화에 따른 경제적 효과는 서울시의 경우 시내버스업체의 평균규모가 약 122대인데, 이를 약 300대로 대형화하면 현재 60개의 업체는 약 23개의 업체로 줄어들며 운송원가는 약 6.34%가 줄어들게 되고, 500대로 대형화할 경우에는 업체수는 약 14개가 되며 운송원가는 10.72% 감소하는 것으로 나타났다.

그러나 국내 시내버스업체들 중에서 가장 규모가 큰 업체가 302대의 차량을 보유하고 있고, 200대 이상 보유업체도 6개 업체에 불과하므로 300대 이상의 규모로 대형화할 때 실제 비용절감효과가 나

타날 지는 확실하다고 할 수는 없다. 이는 도시별로 차고지의 위치, 노선의 길이 및 서비스 면적 등에 따라 지나친 버스업체의 대형화는 불필요한 운행을 증가시킬 수 있으며, 업체 간 경쟁은 운영효율성을 높이는 데 필요하기 때문이다.

넷째, 준공영제는 시내버스업체의 총비용과 운전기사의 임금을 상승시키고, 운행적자분을 전액 보상받기 때문에 수익성이 낮은 광역버스의 감축, 경제적인 CNG차량으로의 교체 등에 비협조적인 것으로 나타났다. 준공영제 시행시 총비용은 미시행시에 비해 약 16.4%가 증가하고, 노동가격을 상승시킨다. 연료와 자본가격에도 준공영제가 영향을 주는 것처럼 나타났으나, 이는 준공영제를 시행하는 도시의 좌석버스 비중이 더 높기 때문으로 준공영제와 직접 관련이 있는 것은 아니다.

마지막으로, 현재 재정지원의 기준이 되는 표준운송원가의 수정 및 보완이 주요 쟁점이 되고 있지만 실제로 표준운송원가의 주요 비용항목인 운전자 인건비와 연료비가 실비지급되는 상황에서 나머지 비용항목의 조정만으로는 재정지원금액을 크게 낮추는 것이 거의 불가능하다. 즉 국내 준공영제 재정지원방식이 실질적으로는 가장 비효율적인 방식으로 알려진 cost-plus contracts 방식이기 때문에 장기적으로 재정지원방식을 개선할 필요가 있고, 단기적으로는 목표원가를 도입하고 성과이윤을 확대할 필요가 있다.

본 연구의 한계와 향후 연구방향은 다음과 같다. 첫째, 본 연구결과는 시내버스업체가 좌석버스를 일반버스와 함께 운행하는 것은 비용 측면에서 효율적이지 못하므로 좌석버스를 분리하도록 제안하였을 뿐 좌석버스의 운행방식에 대해서는 분석하지 않았다. 이는 향후 시외버스업체와 고속버스업체를 포함하는 자료를 구축하여 버스서비스별 결합생산에 따른 범위의 경제성 분석을 통해 판단할 수 있을 것이다.

둘째, 다수산출물산업의 특성을 반영하기 위해서는 산출량 집계변수와 함께 질적 속성변수를 선택하여 비용함수에 직접 포함시킬 필

요가 있다. 그러나 자료의 한계 때문에 추정된 비용함수에 속성변수, 예를 들면 네트워크 길이나 평균속도, 운행횟수, peak/base ratio 등을 포함시킬 수 없었다.

셋째, 본 연구에서 제안한 대형화 방안은 시내버스업체만을 대상으로 할 뿐이고, 어떤 방식으로 대형화하는 것이 좋을 지에 대해서는 제시하지 않았다. 즉 마을버스, 시외버스, 고속버스들은 자료에 포함되지 않았고, 대형화의 방식도 동일 대표자에 의해 버스운송그룹으로 운영하는 방안과 완전한 통폐합을 하는 방안 등 여러 방식이 있을 수 있겠으나 이에 대해서는 제시하지 않았다. 또한 실제 시내버스업체의 인허가 문제 등 정책적, 제도적 구조는 비용함수에 반영할 수 없었으므로 본 연구의 결과는 단지 비용 측면에서 대형화의 효과를 분석한 것이다.

마지막으로 국내 시내버스운송업의 문제는 업체의 영세성이 주요 원인이 아니므로 대형화 방안으로 당면한 문제가 모두 해결될 수는 없다. 다만 국내 대도시의 시내버스운송업의 비용구조 분석결과 도시별로 차이는 있지만 대체로 300대~500대 사이에서 비용 효율적이므로 도시별 현황에 맞게 대형화하는 것이 비용 측면에서 적절하다는 것이다. 런던시의 경우에도 업체별 평균 규모는 약 430대이지만 업체별 버스대수의 분포가 63대~885대까지 다양하고, 특히 하나의 대형 버스그룹이 복수의 버스업체를 포괄하여 운영하는 형태가 많았으며, 런던시 뿐 아니라 다른 도시에서도 버스를 운행하는 등 버스업체의 경영구조가 다양하므로 이를 참고할 필요가 있다

주요어: 시내버스 운송업, 푸리에 비용함수, 규모의 경제성, 범위의 경제성, 최소효율규모, 준공영제

학번: 2008-31073

# 목 차

I. 서론 .....	1
1. 연구의 배경과 목적 .....	1
2. 연구의 범위와 방법 .....	4
3. 연구의 의의와 구성 .....	6
II. 함수형태의 선정 및 선행연구의 고찰 .....	9
1. 함수형태의 선정 .....	9
1) 초월대수 함수형태 .....	9
2) 일반초월대수 함수형태 .....	14
3) Minflex Laurents 함수형태 .....	16
4) 푸리에 함수형태 .....	17
2. 관련 선행연구의 고찰 .....	25
1) 관련 선행연구의 선정 .....	25
2) 버스운송업의 규모 및 범위의 경제성에 관한 국외 선행연구 .....	28
3) 버스운송업의 규모 및 범위의 경제성에 관한 국내 선행연구 .....	40
4) 푸리에 비용함수를 교통부문에 적용한 선행연구 .....	42
5) 선행연구의 시사점 .....	43
III. 연구 방법론의 정립 .....	46
1. 총비용함수모형의 설정 .....	46
1) 종속변수 .....	46
2) 독립변수 .....	47



3) 푸리에 총비용함수모형 .....	52
2. 비용구조의 분석방법 .....	57
1) 생산요소의 편대체탄력성과 요소수요의 가격탄력성 .....	57
2) 범위의 경제성 및 비용보완성 .....	60
3) 방사형 규모의 경제성 .....	63
4) 평균비용과 한계비용 .....	66
3. 준공영제 효과의 분석방법 .....	67
<b>IV. 자료와 추정방법 .....</b>	<b>69</b>
1. 시내버스운송업체 자료의 구축 .....	69
1) 총비용 .....	72
2) 요소가격 .....	73
3) 도시 더미변수 .....	78
2. 자료의 기술적 분석 .....	81
1) 총비용과 요소점유율 .....	82
2) 산출물의 분포 특성 .....	88
3) 생산요소의 투입량과 요소가격 .....	91
4) 산출량 구성비율( $p_1$ )과 차량대수 .....	99
5) CNG 차량비율 .....	106
6) 부분생산성 .....	107
7) 운송수입 및 원가보상율 .....	110
8) 동일 대표자 소유의 복수 버스업체 .....	114
3. 추정방법 .....	118

## V. 시내버스운송업의 비용구조 분석결과 ..... 120

1. 총비용함수모형의 추정결과 ..... 120
2. 모형의 적합성 검토 ..... 125
  - 1) 이분산성 ..... 125
  - 2) 정규성 조건의 만족도 ..... 126
  - 3) 예측오차율 ..... 130
3. 비용구조의 분석결과 ..... 135
  - 1) 생산요소의 편대체탄력성과 요소수요의 가격탄력성 ..... 135
  - 2) 규모의 경제성 ..... 147
  - 3) 시내일반버스와 좌석버스 간 범위의 경제성 ..... 161
  - 4) 평균비용 및 최소효율규모 ..... 170
  - 5) 시내버스 운행비용에 대한 준공영제의 영향 ..... 177
4. 시내버스운송업의 구조개편방안 ..... 184
  - 1) 좌석버스 부문의 분리를 통한 운송원가 절감방안(서울시 대상) 184
  - 2) 대형화를 통한 운송원가 절감방안(서울시 대상) ..... 187
  - 3) 구조개편방안의 실현을 위한 재정지원방법 ..... 191

## VI. 결론 ..... 196

1. 연구결과의 요약과 정책적 시사점 ..... 196
  - 1) 연구결과의 요약 ..... 196
  - 2) 정책적 시사점 ..... 198
2. 논문의 한계 및 향후 연구방향 ..... 202

참고문헌 .....	205
[부록 A] 초월대수 총비용함수모형의 추정결과 .....	217
[부록 B] 일반버스만 운행하는 업체들에 대한 총비용함수모형의 추정결과	219
[부록 C] 2012년도 기준 변환 자료를 이용한 총비용함수모형의 추정결과	221
[부록 D] 런던시의 TfL과 계약한 버스업체의 현황 .....	224
Abstract .....	226

## 표 목차

<표 II-1> 버스운송업의 규모 및 범위의 경제성에 관한 선행연구들의 분류 .....	27
<표 II-2> 버스운송업의 규모의 경제성에 관한 국외 선행연구의 개요	29
<표 II-3> 버스운송업의 규모의 경제성에 관한 국외 선행연구 .....	33
<표 II-4> 버스운송업의 규모의 경제성에 관한 국내 선행연구의 개요	41
<표 III-1> 서울 시내버스업체의 좌석버스 보유대수와 광역노선 수 현 황(2008년) .....	50
<표 IV-1> 시내버스운송업의 비용구조 변화: 2008년과 2012년 .....	70
<표 IV-2> 자료에 포함된 지자체별 시내버스업체 수 .....	71
<표 IV-3> 총비용의 구성항목 .....	72
<표 IV-4> 적정투자보수율의 산정결과 .....	78
<표 IV-5> 도시 더미변수의 계수 추정결과 .....	79
<표 IV-6> 도시 더미변수의 계수추정치에 대한 쌍별 Wald 검정결과	80
<표 IV-7> 도시 더미변수의 설정 .....	81
<표 IV-8> 시내버스업체의 도시별 평균 요소점유율 및 비용 .....	83
<표 IV-9> 시내버스업체의 산출량 구성비율별 평균비용 .....	87
<표 IV-10> 시내버스업체의 규모별 대-km당 평균비용 .....	88
<표 IV-11> 변수별 기술적 통계량의 개요 .....	90
<표 IV-12> 시내버스업체의 도시별 평균 생산요소 투입량 .....	94
<표 IV-13> 시내버스업체의 도시별 평균 요소가격 .....	96
<표 IV-14> 산출량 구성비율별 평균 생산요소 투입량과 요소가격 ....	97
<표 IV-15> 시내버스업체의 규모별 대당 평균 요소투입량 .....	98
<표 IV-16> 시내버스업체의 규모별 평균 생산요소가격 .....	99
<표 IV-17> 시내버스업체의 산출량 구성비율(p1) 분포 .....	100
<표 IV-18> 시내버스업체의 차량대수 분포 .....	101
<표 IV-19> 시내버스업체의 산출량 구성비율별 업체수와 차량대수 ....	103
<표 IV-20> 시내버스업체의 유형별 산출량 및 산출량 구성비율 특성	104

<표 IV-21> 시내버스업체의 도시별 차량대수 및 산출량 구성비율 특성	105
<표 IV-22> 시내버스업체의 도시별 CNG 차량비율 변화	106
<표 IV-23> 준공영제 시행 여부와 CNG 차량비율 간의 관계	106
<표 IV-24> 시내버스업체의 산출량 구성비율별 CNG 차량비율	107
<표 IV-25> 시내버스업체의 규모별 CNG 차량비율	107
<표 IV-26> 시내버스업체의 도시별 평균 부분생산성	108
<표 IV-27> 시내버스업체의 산출량 구성비율별 평균 부분생산성	109
<표 IV-28> 규모별 부분생산성	109
<표 IV-29> 시내버스업체의 도시별 원가보상을	111
<표 IV-30> 시내버스업체의 도시별 재정지원금	112
<표 IV-31> 시내버스업체의 산출량 평균 구성비율별 원가보상 및 재정지원금	113
<표 IV-32> 시내버스업체의 규모별 평균 원가보상 및 재정지원금	113
<표 IV-33> 동일대표자 소유의 서울 시내 버스업체 현황	115
<표 IV-34> 서울의 개별업체 및 버스그룹 간 특성 비교	117
<표 V-1> 푸리에 총비용함수모형의 추정결과: 결정계수	121
<표 V-2> 푸리에 총비용함수의 1차항 계수 추정결과	122
<표 V-3> 푸리에 비용함수의 2차항 계수 추정결과	123
<표 V-4> 푸리에 총비용함수모형의 정규성 조건 만족도	129
<표 V-5> 10등분 방법별 부분표본(subsample)의 비교	132
<표 V-6> 부분표본별 총비용의 예측오차율 비교	133
<표 V-7> 알렌의 자기편대체탄력성과 교차편대체탄력성 추정결과	135
<표 V-8> 요소수요의 자기가격탄력성과 교차가격탄력성 추정결과	136
<표 V-9> 본 연구와 선행연구의 생산요소 간 관계 추정결과 비교	138
<표 V-10> 도시별 자기편대체탄력성의 추정결과	140
<표 V-11> 도시별 교차편대체탄력성의 추정결과	140
<표 V-12> 도시별 자기가격탄력성의 추정결과	141
<표 V-13> 도시별 교차가격탄력성의 추정결과	142
<표 V-14> 산출량 구성비율별 편대체탄력성의 추정결과	143

<표 V-15> 시내버스업체의 규모별 편대체탄력성 추정결과 .....	144
<표 V-16> 규모의 경제성 지수 추정결과 .....	148
<표 V-17> 본 연구와 선행연구의 규모의 경제성 추정결과 비교 ..	151
<표 V-18> 도시별 규모의 경제성 지수 추정결과 .....	152
<표 V-19> 시내버스업체의 규모별 직원 임금과 대당 소요인원 ....	154
<표 V-20> 시내버스업체의 규모가 임금에 미치는 영향에 관한 회귀분석결과 .....	155
<표 V-21> 시내버스업체의 규모가 직원수에 미치는 영향에 관한 회귀분석결과 .....	156
<표 V-22> 시내버스업체의 규모별 정비관련 세부비용 .....	157
<표 V-23> 규모가 정비관련 세부비용에 미치는 영향에 관한 회귀분석결과 .....	157
<표 V-24> 시내버스업체의 규모별 자본관련 세부비용 .....	158
<표 V-25> 규모가 자본관련 세부비용에 미치는 영향에 관한 회귀분석 결과 .....	158
<표 V-26> 규모의 경제성에 영향을 주는 요인들 .....	159
<표 V-27> 시내버스업체의 규모 .....	159
<표 V-28> 산출물별 비용탄력성과 비용보완성의 추정결과 .....	162
<표 V-29> 본 연구와 선행연구의 범위의 경제성 추정결과 비교 ..	163
<표 V-30> 도시별·산출물별 비용탄력성과 비용보완성의 추정결과	164
<표 V-31> 운전기사 및 관리원의 공유가능성 분석결과 .....	165
<표 V-32> 정비원의 공유가능성 분석결과 .....	166
<표 V-33> 산출량 구성비율별 평균비용 및 최소효율규모의 추정결과	173
<표 V-34> 도시별 평균비용 및 최소효율규모의 추정결과 .....	176
<표 V-35> 준공영제 관련 변수의 계수추정치와 해석 .....	178
<표 V-36> 준공영제 시행 도시와 미시행 도시의 운전기사 임금 비교	179
<표 V-37> 준공영제 시행 여부별 차종 및 산출량 구성비율의 비교	180
<표 V-38> 준공영제 시행 여부별 연료비용의 비교 .....	180
<표 V-39> 경유 및 CNG의 대-km당 비용 비교 .....	181

<표 V-40> 준공영제 시행 여부별 정비비용의 비교 .....	182
<표 V-41> 준공영제 시행에 따른 평균비용 증가율의 추정결과 ....	183
<표 V-42> 좌석버스 이관시 서울시의 재정지원금 절감액 .....	186
<표 V-43> 시내버스의 대-일당 평균 손실액 .....	187
<표 V-44> 서울 시내버스업체가 최소효율규모일 때 대-일당 비용	189
<표 V-45> 대중교통운영기관의 외주계약방식 비교 .....	192
<표 V-46> 서울시의 시내버스 표준운송원가 기준* .....	193
<표 A-1> 초월대수 총비용함수모형 추정결과의 결정계수 .....	217
<표 A-2> 초월대수 총비용함수의 1차항 계수 추정결과 .....	217
<표 A-3> 초월대수 총비용함수의 2차항 계수 추정결과 .....	218
<표 B-1> 푸리에 총비용함수모형 추정결과의 결정계수 .....	219
<표 B-2> 푸리에 총비용함수의 계수 추정결과 .....	220
<표 C-1> 푸리에 총비용함수의 1차항 계수 추정결과(N=159) .....	221
<표 C-2> 푸리에 총비용함수의 2차항 계수 추정결과(N=159) .....	222
<표 C-3> 푸리에 총비용함수의 계수 추정결과(N=105) .....	223
<표 D-1> 런던시의 버스업체 현황 .....	225

## 그림 목차

[그림 I-1] 연구흐름도 .....	8
[그림 IV-1] 시내버스업체의 대당 일일 평균비용의 분포 .....	82
[그림 IV-2] 시내버스업체의 규모와 대-km당 평균비용 간의 관계 .....	84
[그림 IV-3] 시내버스업체의 규모와 대-km당 평균비용 간의 관계 : 서울과 전체 .....	85
[그림 IV-4] 시내버스업체의 규모 및 산출량 구성비율과 대-km당 평균 비용간의 관계 .....	86
[그림 IV-5] 시내버스업체의 일반버스-천km 분포 .....	89
[그림 IV-6] 시내버스업체의 좌석버스-천km 분포 .....	89
[그림 IV-7] 노동요소가격의 분포 .....	92
[그림 IV-8] 연료요소가격의 분포 .....	92
[그림 IV-9] 정비요소가격의 분포 .....	93
[그림 IV-10] 자본요소가격의 분포 .....	93
[그림 IV-11] 시내버스업체의 도시별 대당 평균 기사, 관리원 및 정비원수	95
[그림 IV-12] 시내버스업체의 도시별 평균 요소가격 .....	96
[그림 IV-13] 시내버스업체의 규모별 대당 평균 요소투입량 .....	98
[그림 IV-14] 시내버스업체의 산출량 구성비율(p1) 분포 .....	101
[그림 IV-15] 시내버스업체의 차량대수 분포 .....	102
[그림 IV-16] 시내버스업체의 차량대수와 산출량 구성비율(p1) 산포도 .....	103
[그림 IV-17] 시내버스업체의 도시별 차량대수 특성 .....	105
[그림 IV-18] 시내버스업체의 도시별 평균 부분생산성 .....	108
[그림 IV-19] 시내버스업체의 규모별 평균 부분생산성 .....	110
[그림 IV-20] 시내버스업체의 도시별 원가보상을 분포 .....	111
[그림 V-1] 잔차의 산점도 .....	126
[그림 V-2] 표본에 포함된 시내버스업체의 총비용 분포 .....	131
[그림 V-3] 초월대수와 푸리에 함수형태의 총비용 예측오차를 비교	134
[그림 V-4] 산출량 구성비율과 규모별 규모의 경제성(SCP <sub>0</sub> ) .....	150



[그림 V-5] 산출량 구성비율과 규모별 범위의 경제성 .....	162
[그림 V-6] 산출량 구성비율별 방사평균비용곡선 .....	171
[그림 V-7] 산출량 구성비율별 최소효율규모 .....	174
[그림 V-8] 서울의 시내버스업체 구조개편방안 .....	190

# I. 서론

## 1. 연구의 배경과 목적

시내버스는 지하철과 함께 우리나라에서 가장 중요한 대중교통수단이다.<sup>1)</sup> 시내버스는 2000년대 초반까지 민간업체의 독립채산방식으로 운영되어 왔으나, 이후 소득 증가, 자가용의 대중화, 지하철노선망의 확장 등으로 승객수가 급격히 감소하면서 안정적인 서비스 공급을 위해 적자노선에 정부 및 지자체가 부분적으로 보조금을 지급하는 방식으로 전환되었다.

그러나 지속적인 수요 감소로 인한 수익성 악화로 민간업체의 자율적인 경영 및 서비스 개선에 한계가 있었기 때문에 서울시에서 가장 먼저 2004년에 준공영제를 도입하여 양질의 서비스를 안정적으로 제공하고자 하였다. 이를 계기로 현재는 울산시를 제외한 대도시에 준공영제<sup>2)</sup>가 순차적으로 도입되어 현재에 이르고 있다.

준공영제 시행 이후 대중교통 이용 편의 증진 및 승객수 증가, 시내 버스업체의 안정적인 경영 및 서비스가 가능해졌다는 긍정적인 평가가 있는 반면, 해당 지자체의 재정지원액이 급격하게 증가하여 재정부담이 증가하는 문제가 심각하게 제기되고 있다.

시내버스업체에 대한 재정지원이 증가하게 된 원인은 운임규제, 환승할인 및 운송비용에 대한 재정지원으로 인해 업체 스스로 경영의 효율성을 추진할 이유가 없기 때문이다. 이에 준공영제를 시행하

---

1) 지하철 대비 수송인원은 2009년 기준으로 서울시의 경우는 지하철의 약 0.79배이지만, 전국을 대상으로 하면 도시철도의 2.3배로 지하철이 없는 지역에서는 절대적인 수단이다.

2) 준공영제의 방식은 지자체별로 다소 차이가 있다. 서울시의 준공영제를 중심으로 기술하면 시내버스의 이동성과 접근성을 위해 노선수와 연장을 조정하고, 노선체계를 간선, 지선, 순환, 광역노선으로 개편하였으며 중앙버스전용차로제를 도입하였다. 또한 요금체계는 대중교통통합거리비례제로 변경하였으며, 요금수입금은 지자체에서 관리하고 시내버스업체에게는 운행실적에 따라 운행비용을 지급한다.

고 있는 도시들은 지속적으로 증가하는 재정지원을 줄이기 위해 다음과 같은 방안들을 시행하고 있거나 시행할 계획이다.<sup>3)</sup>

첫째, 수요에 맞는 적정 보유대수를 산정하여 불필요한 예비차량을 줄이는 방안이다.

둘째, 버스업체의 규모가 작으므로 경영효율성이 낮고 버스업체의 관리 및 노선을 조정하기가 어려운 점 등을 개선하기 위해 버스업체의 대형화를 유도하는 방안이다.

셋째, 노선입찰제의 확대를 통해 경쟁을 도입하여 비용을 절감하는 방안이다.<sup>4)</sup>

넷째, 버스업체의 규모를 고려하고 지급기준을 현실화할 수 있도록 표준운송원가를 개선하는 방안이다.

이밖에 운행적자가 큰 광역버스 노선을 타 지자체로 이관하거나, (가칭)버스공사 설립방안 역시 거론되고 있다.

이러한 정책방안의 타당성을 뒷받침하기 위해서는 국내 시내버스운송업에 대한 비용구조 및 정책이 비용에 미치는 영향을 실증적으로 분석한 연구결과가 필요하다. 즉 국내 시내버스운송업 자료를 이용해 비용함수를 추정하고, 그 결과를 바탕으로 비용구조를 파악하여야 한다. 그러나 국내에서는 아직까지 시내버스운송업에 대해 비용함수를 추정하여 비용구조를 파악한 연구는 많지 않다.<sup>5)</sup>

이에 본 연구의 목적은 다음과 같이 네 가지로 설정될 수 있다.

첫째, 우리나라 시내버스운송업의 경쟁력을 강화하기 위한 대형화

---

3) 윤혁렬 외(2011) 참조.

4) 노선입찰제를 시행하기 위해서는 먼저 기존 시내버스업체에게 부여된 노선면허를 회수하여 공공이 노선을 소유하는 것이 선결조건이다. 그러나 노선면허는 기존의 대법원 판례에 따라 특허로서의 성격을 가지고 있으므로 현재의 법·제도 하에서는 신규 노선이 아닌 기존 노선에 대해 노선입찰제를 시행하기는 현실적으로 어려운 편이다.

5) 국내 시내버 운송업에 대해 비용함수를 추정한 연구는 지금까지 모두 7편으로 신동선(1997), 김성수(1997), 김성수와 김민정(2001), 노승원(2007)은 모두 서울시의 시내버스업체를 대상으로 하고 있다. 한편 이태원(2009)은 경기도, 울산, 전주, 포항을 대상으로 하며, 한종학·양시훈(2011)은 인천시를 대상으로 하고 있다.

정책이 비용 측면에서 경제적으로 타당한 지를 검증한다. 만약 시내버스운송업에 규모의 경제가 존재한다면 대형화 정책이 타당할 것이다. 외국의 경우 시내버스운송업의 규모의 경제 존재 여부는 실증 연구 대상으로 많은 관심을 끌어왔기 때문에 상당한 연구 성과들이 축적되어 있으나, 그 결과는 분석방법이나 분석대상에 포함된 버스업체들의 산출량 범위에 따라 상이하게 나타났다. 국내의 경우는 1990년대부터 이 주제에 대한 관심이 대두되었고 대체로 규모의 경제가 존재하는 것으로 나타났으나, 규모의 경제가 존재하는 산출량 규모는 연구에 따라 상이하다.

둘째, 우리나라 시내버스운송업에서 일반버스와 좌석버스를 함께 운영하는 것이 비용 효율적인 지를 검토한다.<sup>6)</sup> 이때 좌석버스는 대체로 광역노선을 주로 운행한다고 보아도 무방하다.<sup>7)</sup> 만약 일반버스와 좌석버스 간에 범위의 경제가 존재한다면 두 가지 버스를 함께 운영하는 것이 비용 측면에서 경제적일 것이고, 범위의 불경제가 존재한다면 별도 분리하여 운행하는 것이 경제적일 것이다.

그러나 국내외를 막론하고 버스운송업을 다수산출물 산업으로 상정하여 분석한 사례는 많지 않으며, 특히 한국의 시내일반버스와 좌석버스와 유사한 대중교통수단에 대해 범위의 경제성을 분석한 연구는 소수에 불과하다. 국외 사례로는 Dalen and Gomez-Lobo (2003)과 Di Giacomo and Ottoz(2010)를 들 수 있고, 국내 사례로 김성수·김민정(2001), 노승원(2007), 이태원(2009)이 있다. 이들 선행연구의 분석에서 대체로 범위의 불경제가 존재하는 것으로 나타

---

6) 우리나라에서 시내버스는 도시에 따라 구분 방식이 상이하다. 서울시의 경우 도시 내부를 운행하는 간선, 지선, 순환버스와 도시들을 연결하는 광역버스로 구분하지만, 인천시는 간선버스, 순환버스, 좌석버스, 공항버스, 광역버스로 구분한다. 한편 다른 광역시들은 시내버스를 일반버스, 좌석버스, 직행좌석버스로 구분한다. 즉 노선의 기능에 따라 구분하기도 하고 차량에 따라 구분하기도 하는데, 노선의 기능에 따른 구분은 도시별로 일치하지 않으므로 본 연구에서는 일반버스와 좌석버스로 크게 구분하였다.

7) 이에 대해서는 III장 pp. 47~50을 참조.

났다.<sup>8)</sup>

셋째, 준공영제가 비용 측면에 미치는 영향을 분석한다. 준공영제 시행 여부가 총비용에 미치는 영향과 운전기사의 임금이나 정비가격 등 네 가지 요소가격에 미치는 영향을 파악하기 위해 준공영제 시행 여부를 나타내는 변수와 요소가격과의 교차항을 포함하여 비용함수를 추정하도록 한다.

넷째, 산출량 구성비율과 도시별로 최소효율규모를 산정하고, 이를 이용하여 버스구조 개편방안을 제안한다. 또한 이와 같은 개편이 이루어질 경우 현재의 재정지원 금액을 얼마나 줄일 수 있을지 정량적으로 추정하도록 한다.

## 2. 연구의 범위와 방법

본 연구는 우리나라의 특별시 및 광역시인 서울시, 부산시, 대전시, 대구시, 광주시, 인천시, 울산시의 시내버스업체를 연구대상으로 한다. 기준년도인 2008년에는 인천시와 울산시를 제외한 나머지 5개 도시는 준공영제를 시행하고 있었으며, 관찰점수가 총 159개 업체로 상기 도시들의 시내버스업체들이 대부분 포함된 횡단면 자료(cross-sectional data)를 이용한다.

본 연구의 내용적 범위는 국내 시내버스운송업에 적합한 비용함수를 추정하고 규모의 경제성과 범위의 경제성, 그리고 방사평균비용곡선을 이용하여 최소효율규모를 제시하는 것이다. 그리고 준공영제가 시내버스운송업의 비용구조에 미치는 영향을 파악하고, 장기적으로 최적 규모일 때 해당 운송원가와 평균 규모일 때 운송원가를 비교하여 비용절감 가능성을 가늠하고자 한다. 이때 차량대수인 자본을 고정요소가 아니라 노동, 연료, 정비요소와 함께 조절 가능한 요소로 가정함으로써 시내버스업체를 이들 네 가지 요소를 투입하여 일반버스-km, 좌석버스-km를 생산하는 다수산출물 기업형태로 설정

---

8) 김성수·김민정(2001)에서는 범위의 경제가 존재하는 것으로 나타났다.

하여 분석하고자 한다.

본 연구에서 시내버스운송업의 비용구조를 분석했던 선행연구에서 많이 이용되었던 초월대수(translog) 함수형태 대신 푸리에(Fourier-flexible) 함수형태를 이용하는 이유는 푸리에 함수형태가 이론적으로 더 우수하고,<sup>9)</sup> 국내 시내버스운송업 자료의 특성에 더 부합하기 때문이다.<sup>10)</sup> 즉 푸리에 비용함수가 초월대수 비용함수보다 국내 시내버스운송업의 특성을 더 잘 반영할 수 있기 때문이다. 푸리에 총비용함수모형은 준공영제 시행 여부를 나타내는 더미변수, 준공영제가 요소가격에 미치는 영향을 파악하기 위한 요소가격과 준공영제 더미변수와의 교차항, 도시별 차이를 반영하기 위한 도시 더미변수를 함께 포함한다.

추정된 푸리에 총비용함수모형으로부터 첫째, 우리나라 시내버스운송업의 비용특성을 파악하기 위해 생산요소의 편대체탄력성과 요소수요의 가격탄력성을 추정하되, 특히 준공영제가 탄력성을 낮추거나 비효율적인 요소 투입을 야기하지는 않았는지 여부를 파악할 수 있다. 둘째, 규모의 경제성 지수를 추정한 결과 규모의 경제가 존재한다면 시내버스업체의 규모를 보다 대형화하는 것이 비용 측면에서 경제적으로 타당하다고 볼 수 있다. 셋째, 일반버스-km와 좌석버스-km 간의 범위의 경제성을 추정하여 두 버스서비스 간 범위의 경제가 없으면 일반버스와 좌석버스의 분리운행방안은 비용 측면에서 경제적으로 타당하다고 볼 수 있다. 넷째, 준공영제 시행에 따른 요소가격의 변화를 분석하여 준공영제의 효과를 검증한다. 다섯째, 분석결과를 바탕으로 시내버스운송업의 구조개편방안을 제안하고, 서울시를 대상으로 시내버스업체의 규모를 최소효율규모로 개편할 때의 재정지원금 절감 가능 금액을 추정한다.

---

9) 초월대수 함수형태가 국지적으로 근사하는 반면, 푸리에 함수형태는 전역적으로 근사하는 장점을 가지고 있다.

10) 좌석버스-km 산출물 변수의 분포특성은 왜도가 심하고 표준편차가 평균값보다 더 크므로 평균점으로 대표하기 어렵다. 이에 대해서는 pp. 88~91을 참조.

### 3. 연구의 의의와 구성

본 연구의 의의는 크게 세 가지 측면이 있다. 먼저 표본 평균에서만 규모의 경제성 및 범위의 경제성을 판단하는 것이 아니라 산출량 구성비율 및 산출량의 변화에 따라 규모의 경제성과 범위의 경제성이 어떻게 변화하는 지를 분석하여 시내버스운송업의 전반에 걸친 비용구조를 파악하고자 한다. 버스운송업의 규모 및 범위의 경제에 관해 계량경제학적으로 분석한 논문은 외국에서는 25편 정도가 존재하며<sup>11)</sup>, 우리나라에서도 7편 정도인데 대체로 표본 평균<sup>12)</sup>에서만 분석하였을 뿐이다. 그러나 특정한 몇 개의 점에서 분석한 규모 및 범위의 경제성만으로 해당 운송업의 비용구조를 파악하기는 어렵다. 본 연구에서는 표본 전체 및 표본을 벗어난 범위까지 분석 범위에 포함시킴으로써 국내 시내버스운송업에 대해 규모 및 범위의 경제성이 어떻게 변화하는지를 포괄적으로 파악하고, 이를 통해 구조개편방안을 제안하고자 한다.

또한 준공영제 효과에 대한 논의도 꾸준히 있었지만 그 변화에 대해 비용함수를 통해 실증적으로 분석한 사례는 현재까지 없다. 준공영제로 인한 서울 시내버스업체의 생산성 변화를 DEA 및 Malmquist 지수로 측정한 연구는 있으며,<sup>13)</sup> 준공영제 시행 이후 인천시를 대상으로 비용함수를 추정한 연구는 있으나<sup>14)</sup> 준공영제 시행 효과를 비용함수를 통해 분석한 것은 아니다. 따라서 본 연구에서 추정된 비용함수는 준공영제의 효과를 비교적 정확하게 파악할 수 있게 할 것이다.

둘째, 방법론 측면에서 선행연구에서 많이 이용된 초월대수 함수 형태에서 벗어나 전역적 근사가 가능한 푸리에 함수형태를 이용하

11) 본 논문에서 찾은 논문편수이고, 실제로는 더 존재할 수 있다.

12) 또는 1분위수와 3분위수에서도 분석을 수행한 연구가 일부 있다.

13) 오미영(2005, 2008)을 참조.

14) 한중학·양시훈(2011)을 참조.

고자 한다. 국내에서 진행된 대다수의 연구에서 적용한 비용함수의 형태는 제한적이었다. 즉 교통부문의 대다수 연구에서 비용함수의 형태로 초월대수(Translog) 함수형태를 주로 이용하여 왔던 반면, 국내외를 막론하고 버스운송업에 푸리에 비용함수를 적용한 경우는 전무하다. 한편 외국의 경우는 버스운송업을 제외한 다양한 산업에 푸리에 비용함수를 적용하여 왔던 반면, 국내의 경우는 금융부문에서 2000년 이후 푸리에함수(Fourier flexible function)를 적용한 연구가 일부 진행되었으며, 교통부문에서는 항공부문에 적용한 사례<sup>15)</sup>가 있다.

셋째, 자료 측면에서 그동안 논의의 대상이었던 서울시의 시내버스업체 외에 지방 6대 광역시 자료를 함께 통합하여 구축함으로써 이를 바탕으로 향후 시내버스운송업의 연구에 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 예상된다. 지금까지의 연구는 거의 대부분 한 지자체 내, 특히 서울시의 시내버스업체들에 대한 분석결과이다.<sup>16)</sup>

본 연구는 총 6개의 장으로 구성된다. 제Ⅱ장에서는 함수형태의 선정 및 관련 선행연구들을 검토한다. 다음으로 제Ⅲ장에서는 푸리에 총비용함수모형을 설정하고 이로부터 도출되는 생산요소의 편대체탄력성과 요소수요의 가격탄력성, 일반버스-km와 좌석버스-km 간의 비용보완성 지수, 규모의 경제성 지수, 그리고 방사평균비용을 산정하는 방법론을 설명한다. 제Ⅳ장에서는 총비용함수모형을 추정하는 데 이용되는 자료와 추정방법을 설명하고, 구축된 자료의 기초통계량 분석결과를 제시한다. 제Ⅴ장에서는 푸리에 총비용함수모형의 추정결과 및 각종 탄력성지수, 비용보완성 및 규모의 경제성 지수, 그리고 방사평균비용곡선 및 산출량 구성비율에 따른 최소효율 규모를 제시한다. 그리고 준공영제가 요소가격에 미친 영향을 분석하고, 버스업체의 구조개편방안에 따른 재정지원 절감액을 산정한다. 마지막으로 제Ⅵ장에서 분석결과를 요약하고, 우리나라 시내버

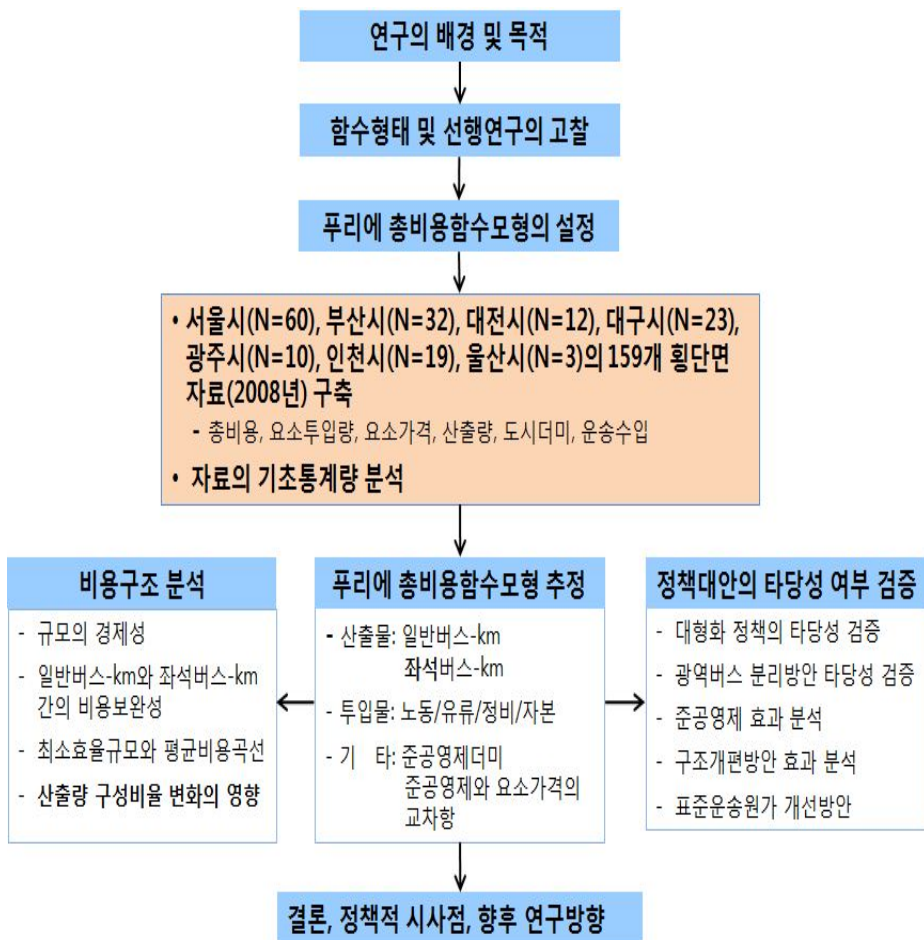
15) 김제철, 김민정(2006)을 참조.

16) 전국을 대상으로 진행한 연구는 조규석 외(2012)의 한 건에 불과하다.



스운송업의 구조개편방안에 대한 정책적 시사점을 논한 다음, 본 연구의 한계와 향후 연구방향을 제시한다.

본 연구의 흐름도는 [그림 I -1]과 같다.



[그림 I -1] 연구흐름도

## II. 함수형태의 선정 및 선행연구의 고찰

### 1. 함수형태의 선정

전통적으로 미시경제학에서 기업은 바로 그 기업이 가지고 있는 생산기술(production technology)이며, 이러한 생산기술을 나타내는 방법이 생산함수와 비용함수이다. 생산함수와 비용함수는 같은 생산기술에 대한 두 가지 다른 표현 방법으로, 그 이론적 근거는 쌍대이론(duality)이다. 이는 생산 및 비용함수가 일정한 정규성(regularity)<sup>17)</sup>의 조건을 만족할 때 생산함수와 동일한 정보를 내포하는 비용함수가 존재한다는 것이다.

생산함수에서는 산출량이 내생변수이고, 비용함수에서는 산출량이 외생변수가 된다. 국내 시내버스운송업은 대표적인 피규제 산업으로, 개별업체의 산출량은 정부의 시장진입·퇴출, 서비스수준(운행간격의 조절을 위한 버스보유대수의 증차 또는 감차) 및 운임에 대한 규제 때문에 외생적으로 결정된다고 볼 수 있으므로 생산함수보다는 비용함수를 적용하는 것이 타당하다.

#### 1) 초월대수 함수형태

일반적으로 비용함수는 변수들의 비선형함수이다. 그러나 비선형함수는 계량적 추정이 불가능하기 때문에 선형으로 가정하거나 몇 가지 가정을 통해 추정 가능한 형태로 변형하기도 한다. 콥-더글라스(Cobb-Douglas) 비용함수나 CES(Constant Elasticity of Substitution) 비용함수 등은 직관적으로 이해하기 쉽고 추정하기가 비교적 쉽다는 장점이 있지만, 함수의 형태를 사전적으로 제약하기

---

17) 생산자의 비용최소화 행동이 전제되어야 하며, 대표적인 필요조건은 요소가격에 대한 1차동차성과 오목성이다.

때문에 추정된 함수형태의 적합성을 검증할 수 없으므로 도출되는 결과를 항상 유의하다고 할 수 없다.<sup>18)</sup>

따라서 생산 또는 비용구조에 사전적인 제약(a priori restriction)을 부과하지 않은 유연한 함수형태로 먼저 추정한 다음 사전적인 제약이 부과되는 여러 함수형태, 즉 생산기술에 대한 가설을 통계적으로 검정하여 가장 적합한 함수형태를 채택하는 것이 바람직하다. 특히 각 변수에 대해 자연로그를 취한<sup>19)</sup> 초월대수(transcendental logarithmic, translog) 함수형태는 선형, 콥-더글라스, CES 등 제한적인 함수형태를 초월대수의 특정한 일부분으로 모두 포함하는 일반적인 함수형태로서 Christensen, Jorgenson and Lau(1973)가 처음 제시하였고, 그 이후 지금까지도 많은 분야에서 활발하게 적용되고 있다. 이에 먼저 초월대수 총비용함수에 대해 기술하도록 한다.

기업이 생산비용을 극소화한다고 가정하는 경우 총비용함수는 식 [II-1]과 같이 일반화시켜 표기할 수 있다.

$$TC = TC(Y_q, P_i) \quad [\text{II}-1]$$

여기서  $TC$ 는 총비용,  $Y_q$ 는 산출물  $q$ 의 산출량,  $P_i$ 는 생산요소  $i$ 의 가격을 나타낸다.

초월대수 비용함수는 식[II-1]에 대해 독립변수의 특정한 점, 대체로 평균점에서 2차항까지 테일러시리즈(second-order Taylor series)로 전개하여 근사값을 구한 것이다.<sup>20)</sup>

- 
- 18) 콥-더글라스 비용함수는 동차적이고 대체탄력성이 1이라는 강한 제약을 갖고 있으며 산출량에 대한 비용탄력성이 상수이므로 규모가 변하더라도 규모의 경제성이 변하지 않는 제약을 사전적으로 부과하게 된다. 또한 CES 비용함수는 대체탄력성이 일정하다는 제약을 갖고 있다.
- 19) 이때 자연로그를 취하는 이유는 비용을 포함한 대다수의 변수들이 지수적으로(exponentially) 증가하기 때문이다.
- 20) 일반초월대수 비용함수는 산출물에 Box-Cox 변환을 하고, 푸리에 비용함수는 초월대수 비용함수에 삼각항을 추가한다는 점에서 차이가 있지만 모형의 기본 형태는 초월대수 비용함수와 유사하다.

$$\begin{aligned} \ln TC = & \alpha_0 + \sum_i \alpha_i \ln P_i + \sum_q \beta_q \ln Y_q + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \ln P_i \ln P_j \\ & + \frac{1}{2} \sum_q \sum_r \delta_{qr} \ln Y_q \ln Y_r + \sum_i \sum_q \phi_{iq} \ln P_i \ln Y_q \end{aligned} \quad [\text{II}-2]$$

여기서,  $i, j$  : 생산요소

$q, r$  : 산출물

한편 추정을 위한 비용함수는 경제이론에서 도출되는 조건들을 만족시킬 것이 요구된다. 즉 비용최소화 가정을 하는 경우 비용함수가 요소가격에 대하여 1차동차이어야 하고, 요소가격에 대한 비용함수의 헤시안(Hessian) 행렬이 대칭이어야 한다.

이러한 비용함수의 성질로부터 추정되는 계수에 대한 제약이 유도되는 데, 우선 Shephard의 정리(Shephard's lemma)<sup>21)</sup>를 적용하면 각 생산요소의 점유율 방정식(input share equation) 형태로 조건부 요소수요함수(cost-minimizing input demand)를 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} S_i &= \frac{P_i X_i}{TC} = \frac{\partial TC}{\partial P_i} \cdot \frac{P_i}{TC} \\ &= \frac{\partial TC}{\partial P_i} \cdot \frac{P_i}{TC} = \frac{\partial \ln TC}{\partial \ln P_i} \\ &= \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \ln P_j + \sum_q \phi_{iq} \ln Y_q \end{aligned} \quad [\text{II}-3]$$

요소가격에 대한 1차동차함수의 경우 오일러의 법칙(Euler's law)에 따라

---

21) 비용함수를 어떤 임의의 생산요소 가격에 대하여 편비분한 값은 임의의 생산요소 투입량과 동일하다는 정리이다.

$$TC(P, Y) = \sum_i \frac{\partial TC}{\partial P_i} P_i \quad [\text{II}-4]$$

가 성립하고, 위 식의 양변을  $TC$ 로 나누면 식[II-5]가 성립한다.

$$1 = \sum_i \frac{\partial TC}{\partial P_i} \frac{P_i}{TC} = \sum_i X_i \cdot \frac{P_i}{TC} = \sum_i S_i \quad [\text{II}-5]$$

즉 비용함수가 요소가격에 대해 1차동차라는 특성으로부터 각 생산요소의 비용점유율에 대한 합산조건(adding-up condition)인 식[II-5]로부터 식[II-6]이 도출된다.

$$\begin{aligned} \sum_i S_i &= \sum_i \alpha_i + \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \ln P_j + \sum_i \sum_q \phi_{iq} \ln Y_q \\ &= 1 \end{aligned} \quad [\text{II}-6]$$

따라서 추정되는 계수들에 대하여 식[II-7]과 같은 제약이 요소가격에 대한 1차동차성(homogeneous of degree in input prices)이라는 특성을 통하여 도출된다.<sup>22)</sup>

$$\sum_i \alpha_i = 1, \quad \sum_j \gamma_{ij} = 0, \quad \sum_i \phi_{iq} = 0 \quad [\text{II}-7]$$

또한 식[II-2]은 이차항의 테일러시리즈 전개를 통해 도출되므로 함수  $\ln TC$ 에 대한 헤시안 행렬이 대칭이어야 한다.

---

22) 1차동차성 조건은  $C(tw, y) = tC(w, y)$  (단,  $t > 0$ )의 관계가 성립함을 의미한다. 이러한 1차동차성 조건때문에 추정해야 할 계수의 수가 제약식의 수만큼 감소하는 효과가 발생한다.

$$\gamma_{ij} = \gamma_{ji}, \quad \delta_{qr} = \delta_{rq} \quad [\text{II}-8]$$

그러나 초월대수 함수형태의 비용함수는 다음과 같은 한계를 가지고 있다. 첫째, 2차 테일러 전개를 통해 특정한 점(주로 평균)에서 원래의 함수에 근접하도록 선형화한 것이기 때문에 산출물의 규모나 구성이 그 점과 차이가 많이 나는 구간을 추정할 때에는 적합하지 않다. 즉 한 점에서 함수의 이론적 속성을 만족하고, 국지적으로 유연성을 갖춘 함수형태(locally flexible functional form)이다. 따라서 표본 내에서 산출규모나 산출량 구성비율에 차이가 큰 경우 초월대수 함수형태의 비용함수를 추정하면 분석결과가 왜곡될 수 있다.

둘째, 좌우가 대칭인 U-형태이므로 만약 비용함수의 형태가 실제로는 L-자형과 유사하다면 초월대수 함수형태를 이용해 추정된 대형업체의 평균비용은 실제보다 과다 계산될 우려가 있다. 이로 인해 대형업체의 규모의 경제가 과소평가될 수 있다. 따라서 중형업체들이 비교적 효율적이라는 기존의 많은 연구결과들은 실제로 그러하기 때문이 아니라 초월대수 함수형태를 선택하여 분석하였기 때문으로 해석될 수도 있다.

셋째, 산출량 관련항이 자연대수(ln) 형태를 취하므로 그 항에 0의 값을 대입할 수 없다는 단점을 갖고 있다.<sup>23)</sup>

마지막으로, 비용함수가 경제학적으로 충족해야 하는 조건을 만족시키기가 어렵다. 특히 오목성(concavity)조건을 달성하기가 어렵다. 그러나 이러한 제약을 추정식에 부과하는 경우 함수형태의 유연성이 감소하여 결국 근사성이 떨어지기 때문에 사전적 제약조건으로 부과하기보다는 모형 추정 이후 오목성 조건을 검정하여 모형의 적정성을 판단하는 것이 더 적절한 방법이다.

23) Bailey and Friedlaender(1992)는 어떤 산출물의 산출량이 0의 값을 갖는 경우 아주 작은 값으로 대체해서 추정할 수 있다고 주장하였으며, 김태승(1999), 김성수·김민정(2001)도 이 방법을 이용하였다.

이러한 초월대수함수형태의 문제점을 극복할 수 있는 함수형태로는 Caves et al.(1980)에 의해 제안된 일반초월대수 비용함수 (generalized translog cost function)<sup>24)</sup>와 Barnett(1983)이 제안한 minflex Lauren 모형<sup>25)</sup>, Gallant(1981, 1982)에 의해 제안된 푸리에 비용함수(Fourier flexible cost function) 등이 있다.

## 2) 일반초월대수 함수형태

일반초월대수 비용함수는 Caves et al.(1980)이 산출량에 0의 값을 대입할 수 있도록 하고자 제안한 모형이다. 이 모형에서 요소가격은 자연대수를 취하는 반면 산출물은 Box-Cox 변환을 취하기 때문에 산출물 벡터에 0이 있는 기업을 분석대상에 포함시킬 수 있으며, 규모 및 범위의 경제성을 분석할 때 적합하다고 알려져 있다.

일반초월대수 비용함수의 형태는 식[II-9]와 같다.

$$\begin{aligned} \ln TC = & \alpha_0 + \sum_i \alpha_i \ln P_i + \sum_q \beta_q Y_q^* + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \ln P_i \ln P_j \\ & + \frac{1}{2} \sum_q \sum_r \delta_{qr} Y_q^* Y_r^* + \sum_i \sum_q \phi_{iq} \ln P_i Y_q^* \end{aligned} \quad [\text{II}-9]$$

여기서  $Y_q^* = \left( \frac{Y_q^{\lambda_q} - 1}{\lambda_q} \right)$  if  $\lambda_q \neq 0$ ;  $Y_q$ 의 Box-Cox 변환치  
 $= \ln Y_q$  if  $\lambda_q = 0$

일반초월대수 함수형태는 이론적으로는 초월대수 비용함수의 0 문제를 극복할 수 있다는 장점이 있다, 그러나 일반초월대수 비용함수를 이용하는 경우 Box-Cox 추정계수로 인해 함수형태가 비선형모

24) 수정(modified)초월대수, 혼합(hybrid) 비용함수라고도 한다.

25) minflex Lauren generalized Leontief, minflex Laurent translog 함수가 이에 해당한다.

형이 되고, 이로 인해 추정계수의 유의성에 문제가 발생할 수도 있다는 분석상의 불편이 있다. 또한 전통적인 초월대수 함수형태와 동일한 테일러 급수로 전개한 함수이므로 여전히 전역적으로 만족할 수 없다. 그리고 Pulley and Braunstein(1992)가 지적한 바와 같이 Box-Cox 변환을 위한  $\lambda$  값이 거의 0과 같을 때 일반초월대수 함수 형태는 전통적인 초월대수 함수형태에 접근하므로 실제로  $\lambda$ 의 추정 값에 따라 함수형태의 이론적인 장점을 갖을 지가 결정된다.

버스운송업의 비용구조에 대한 선행연구들은 일반초월대수 함수형태를 이용한 사례가 매우 드물다. Di Giacomo and Ottoz(2010)는 이탈리아의 버스업체를 대상으로 전통적인 초월대수, 일반초월대수, 분리형 이차함수, 복합함수 등 네 가지 형태의 비용함수 모형을 추정하였는데, 일반초월대수 함수형태의 비용함수모형은 Box-Cox변환 때 적용되는  $\lambda$ 값이 0.377로 추정되었다. 따라서  $\lambda$ 가 1 이하의 작은 값을 갖기 때문에 일반초월대수 비용함수의 추정결과가 전통적인 초월대수 비용함수의 추정결과와 크게 다르지 않다고 보고하였다.<sup>26)</sup>

본 연구에서 일반초월대수 함수형태의 비용함수모형을 추정한 결과  $\lambda$ 는 0.281로 추정되었고, 분석결과 역시 안정적이지 않았다. 즉 전통적인 범위의 경제성 지수를 산정하기 위해 초월대수 함수와 달리 직접 0의 값을 대입할 수 있었음에도 불구하고, 좌석버스-km가 0의 값을 갖는 업체가 많은 도시에서는 범위의 경제성 추정치가 여전히 불안정하였다.

---

26) 산출량에 0의 값을 직접 대입할 수 있다는 일반초월대수 함수형태의 장점에도 불구하고 범위의 경제성 지수가 (-)으로 전통적인 초월대수 함수형태에서와 같은 결과가 나타났다. 그러나 이 결과는 분리형 이차함수형태와 복합 함수형태를 적용하였을 때 (+)로 범위의 경제가 존재하는 것으로 나타난 것과 다르다. 저자는 일반초월대수 함수형태가 전통적인 초월대수 함수형태의 단점을 극복하는 데 한계가 있음을 지적하고 있다.



### 3) Minflex Laurents 함수형태

앞서 설명한 초월대수 함수형태와 일반초월대수 함수형태 모두 2차항까지 테일러 급수(Taylor series)로 전개한 함수이다. 비용함수를 수학적으로 테일러 급수 대신에 로랑 급수(Laurent series)<sup>27)</sup>, 푸리에 급수(Fourier series)로도 전개할 수 있으며, 급수별 수식은 식 [II-10]과 같다.

$$\circ \text{ 테일러 급수: } \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!} \quad [\text{II-10}]$$

$$\circ \text{ 로랑 급수: } \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n x^n$$

$$\circ \text{ 푸리에 급수: } \sum_{n=1}^{\infty} (A_n \cos nx + B_n \sin nx)$$

식[II-10]에서 알 수 있듯이 테일러 급수는 양(+)의 지수만 가능하므로 실수영역에서 정의되는 반면, 로랑 급수는 음(-)과 양(+)이 모두 가능하므로 실수를 포함한 복소수 영역에서 정의된다. 반면 테일러 급수는 전개 후 잔여항이 0에 수렴한다는 장점이 있는 반면, 로랑의 잔여항은 0에 수렴하지 않는다.

Barnett(1983, 1985)이 제안한 Minflex Laurents 함수형태는 식[II-11]과 같이 generalized Leontief와 translog 함수 형태로 구분할 수 있다.<sup>28)</sup>

$$\phi(y) = \alpha_0 + 2 \sum_i \alpha_i x_i + \sum_i \alpha_{ii} x_i^2 + \sum_i \sum_j (a_{ij}^2 x_i x_j - \beta_{ij}^2 x_i^{-1} x_j^{-1}) \quad [\text{II-11}]$$

27) 특이점을 갖는 함수를 전개할 때는 테일러 급수를 이용할 수 없고, 로랑급수를 이용한다.

28) Thompson(1988), p. 183 참조.

(a) Minflex Laurent Generalized Leontief:

$$\begin{aligned}
 TC = & \alpha_0 + 2 \sum_i \alpha_i \sqrt{P_i} + 2 \sum_q \beta_q \sqrt{Y_q} + \sum_i \gamma_{ii} (\sqrt{P_i})^2 + \sum_q \delta_{qq} (\sqrt{Y_q})^2 \\
 & + \sum_i \sum_q (\gamma_{ij} \sqrt{P_i} \sqrt{P_j} + \delta_{qr} \sqrt{Y_q} \sqrt{Y_r} + \phi_{iq} \sqrt{P_i} \sqrt{Y_q} \\
 & + \theta_{ij} \sqrt{P_i}^{-1} \sqrt{P_j}^{-1} - \pi_{qr} \sqrt{Y_q}^{-1} \sqrt{Y_r}^{-1} - \rho_{iq} \sqrt{P_i}^{-1} \sqrt{Y_q}^{-1})
 \end{aligned}$$

(b) Minflex Laurent Translog:

$$\begin{aligned}
 \ln TC = & \alpha_0 + 2 \sum_i \alpha_i \ln P_i + 2 \sum_q \beta_q \ln Y_q + \sum_i \gamma_{ii} (\ln P_i)^2 + \sum_q \delta_{qq} (\ln Y_q)^2 \\
 & + \sum_i \sum_q (\gamma_{ij} \ln P_i \ln P_j + \delta_{qr} \ln Y_q \ln Y_r + \phi_{iq} \ln P_i \ln Y_q \\
 & + \theta_{ij} \ln P_i^{-1} \ln P_j^{-1} - \pi_{qr} \ln Y_q^{-1} \ln Y_r^{-1} - \rho_{iq} \ln P_i^{-1} \ln Y_q^{-1})
 \end{aligned}$$

Minflex Laurent 함수형태는 복소수 영역에서 정의되므로 실수 영역에서 정의되는 초월대수 함수형태보다 측정영역(approximation region)이 넓지만 여전히 국지적인 함수이므로 실제 비용함수 추정에서 폭넓게 적용되고 있지는 않다.<sup>29)</sup>

#### 4) 푸리에 함수형태

수학적 관점에서만 말하자면 로랑과 테일러 급수 전개는 자료가 수렴구간 외부에 존재하면 정확한 수리적 근사를 할 수 없지만, 푸리에 급수는 전체 자료의 관찰점에서 오차를 최소화하는 전역적 근사를 제공한다.<sup>30)</sup> 즉 푸리에 함수형태는 초월대수 및 Minflex

29) 지홍민(2004), p.38.

30) Thompson(1988)에 따르면 푸리에 함수형태를 제외하면 대부분의 함수 형태는 국지적 특성을 갖는 Diewert 유연성을 갖는 반면, 푸리에 함수

Laurents 함수형태와는 달리 자료의 전 구간에서 비용함수의 이론적 조건을 만족하는 함수형태(globally flexible functional form)로서, 마지막 세 번째 산출물의 0문제를 제외하고는 초월대수 함수형태의 두 가지 한계를 극복할 수 있다.<sup>31)</sup>

푸리에 함수형태는 변수 간의 관계에 대한 진정한 함수형태가 알려져 있지 않을 때 변수 간의 관계를 추론하기 위해 자료를 이용해 문제에 접근하는 일종의 준비모수적 접근법(semi-non parametric approach)<sup>32)</sup>으로 알려져 있다. 이와 같은 준비모수적 접근법은 함수형태를 임의로 가정함으로써 발생할 수 있는 모형설정오류(specification)를 줄일 수 있는 방법이다. 즉 U-자형의 비용함수를 전제하지 않고 자료에 따라 모든 함수를 근사할 수 있는 유연한 함수형태로서, 초월대수 함수형태가 설명해주지 못하는 부분을 삼각함수항들의 선형결합을 추가하여 설명력을 높일 수 있다. 그러나 삼각함수의 특성상 자료가 없는 부분에서의 추정값이 불안정해지는 문제점을 내포하고 있다. 또한 추정해야 할 모수가 초월대수 함수형태보다 많으므로 관찰점수가 보다 많이 필요하다.

푸리에 급수로 알려진 sine, cosine의 선형결합이 다변량 함수를 정확하게 근사할 수 있다는 사실은 정립되어 있다. 이러한 사실로부터 푸리에 급수로 미지의 함수를 정확하게 근사하기 위해서는 푸리에 급수가 sine, cosine의 선형결합을 나타내는 무한 개수의 삼각함수항을 가지는 것이 바람직하다. 그러나 비용함수 추정에 이용되는

---

형태는 전역적 특성을 갖는 Sobolev 유연성을 갖는다. Sobolev norm은 quadratic norm을 일반화시킨 것이다. 수학적으로 Sobolev 유연성은 Diewert 유연성보다 더 바람직한 기준임에도 불구하고 표본의 크기에 따라 계수의 수와 차수가 결정되는 등 모형을 설정하고 추정하는 과정이 상대적으로 복잡하기 때문에 많이 적용되지는 않았다.

31) Ivaldi et al.(1996), Creel and Farell(2001), Kuenzle(2005)에서는 초월대수 함수형태와 푸리에 함수형태를 비교한 결과 전체적으로 푸리에 함수형태가 더 넓은 영역을 잘 근사하여 예측오차가 낮고, 더 민감하게 값이 변하여 자료의 특성을 잘 반영하는 것으로 나타났다.

32) Gallant(1981), 이상규·김정인(1999)의 p. 1136, 정운찬 외(2000a, 2000b) p. 152를 참조.

관측치는 유한개의 자료로 구성되므로 연구자는 비용함수를 나타낼 수 있는 삼각함수항의 부분집합을 선택해야 하는 어려움이 있다.

Gallant(1981)는 미지의 비용함수를 푸리에 급수로 나타낼 때 설명변수들의 2차다항식을 포함하는 경우 보다 적은 삼각함수항으로 함수를 효율적으로 추정할 수 있음을 밝히고, 이러한 함수형태를 푸리에 함수형태로 명명하였다. 또한 푸리에 함수형태 추정시 효율성을 높이기 위해 설명변수벡터의 2차다항식을 2차 테일러 전개식으로 설정하고, 유한개의 삼각함수항을 합하는 방식을 제안하였다. 이때 종속변수와 설명변수가 자연대수로 표현되는 경우 2차다항식은 초월대수 함수형태와 같으므로, 추정결과를 이용하여 푸리에와 초월대수 함수형태 간의 적합성 검정을 할 수 있다.

$$\ln C = c_0 + b'x + \frac{1}{2}x'Ax + \underbrace{\sum_{h=1}^H [u_h \cos(\eta'_k x) - v_h \sin(\eta'_k x)]}_{\text{푸리에계열}} + \epsilon \quad [\text{II}-12]$$

= 2차다항식 + 푸리에계열

여기서  $c_0$ : 상수항

$b$ : 투입물과 산출물벡터에 대한 회귀모수벡터

$x$ : 투입물가격과 산출물벡터

$A$ : 2차 테일러 전개항의 회귀모수행렬

$(u_h, v_h)$ : 삼각함수항의 회귀모수

$\eta_k$ : 연구자에 의하여 선택되는 정수벡터

$\epsilon$ : 오차항

식[II-12]에서 삼각함수항에 적용되는 독립변수인  $x = [g', z']$ 는 푸리에 함수형태의 sine항과 cosine항에 적합하도록 최소값이 0보다 크고 최대값이  $2\pi$ 보다 작도록 크기가 조절된(scaled) N개의 생산요소가격  $w'$ 와 M개의 산출물  $z'$ 로 각각 식[II-13]과 같이 정의된다.

$$g_i = \lambda_i [\ln P_i + w_{P_i}] \quad [\Pi - 13]$$

$$z_q = \mu_q [\ln Y_q + w_{Y_q}]$$

여기서  $P_i$ 와  $Y_q$ 는 조절되지 않은 원래의 생산요소가격과 산출물을 각각 의미하며,  $w_{P_i}$ ,  $w_{Y_q}$ ,  $\lambda$ ,  $\mu$ 는 이러한 변수 조절에 필요한 조절계수(scale factors)의 벡터이다.<sup>33)</sup>

$\ln Y_q$ 와  $\ln P_i$ 를  $[0, 2\pi]$  범위에 있도록 조절하는 과정은 다음과 같다.<sup>34)</sup> 먼저 조절계수를 계산하여 변수 크기를 조절한다. 조절된 자료가 최소  $0.1 \times 2\pi$ , 최대  $0.9 \times 2\pi$ 의 값을 갖도록 한다.<sup>35)</sup>

$$\mu_q = \frac{1.6 \times 2\pi}{\ln Y_q^{\max} - \ln Y_q^{\min}} \quad [\Pi - 14]$$

$$\lambda_i = \frac{1.6 \times 2\pi}{\ln P_i^{\max} - \ln P_i^{\min}}$$

여기서  $\ln Y_q^{\min}$ ,  $\ln Y_q^{\max}$  와  $\ln P_i^{\min}$ ,  $\ln P_i^{\max}$  는 각각 산출물의 최소값과 최대값, 요소가격의 최소값과 최대값이다.

---

33) 푸리에 함수형태를 추정하기 위해서는 삼각함수가  $2\pi$ 의 주기를 갖도록 생산요소가격과 산출물 자료의 로그값이 조절되어야 한다. 여기서  $\lambda$ 는 조절된 생산요소가격의 로그 최대값을  $2\pi$ 보다 약간 작게, 그리고  $w_{P_i}$ 는 조절된 생산요소가격의 로그 최소값을 0보다 약간 크도록 하며,  $\mu$ 는 조절된 산출물의 로그 최대값을  $2\pi$ 보다 약간 작게, 그리고  $w_{Y_q}$ 는 조절된 산출물의 로그 최대값을 0보다 약간 크게 설정하는 역할을 한다.

34) 이영수, 이민환(2007)의 방법론 참조.

35) 삼각함수항에 포함되는 산출물 변수는 양 극점에서의 근사문제를 완화하기 위하여 양 극점에서 10%를 절단하여  $[0.1 \times 2\pi, 0.9 \times 2\pi]$ 가 되도록 조절한 값을 이용하거나 임의의 최소값과 최대값, 예를 들면 0.00001, 최대 6.0의 값을 갖도록 조절하기도 한다. 본 연구에서는 전자와 같은 방법을 이용하였다.

한편  $w_{P_i}$ ,  $w_{Y_q}$  는 범위의 최소값이  $0.1 \times 2\pi$ 이므로 식[II-15]와 같이 계산된다.

$$\begin{aligned} w_{P_i} &= 0.1 \times 2\pi - \ln P_i^{\min} \\ w_{Y_q} &= 0.1 \times 2\pi - \ln Y_q^{\min} \end{aligned} \quad [\text{II}-15]$$

식[II-14]에서 도출된 조절계수와 식[II-15]를 식[II-13]에 대입하면 최종적으로 조절된 변수값이 식[II-16]과 같이 계산된다.

$$\begin{aligned} g_i &= 0.1 \times 2\pi - \lambda_i \times \ln P_i^{\min} + \lambda_i \times \ln P_i \\ z_q &= 0.1 \times 2\pi - \mu_q \times \ln Y_q^{\min} + \mu_q \times \ln Y_q \end{aligned} \quad [\text{II}-16]$$

식[II-12]에서  $b = [b_{g1}, \dots, b_{gN}, b_{z1}, \dots, b_{zM}]'$ 는 N개의 생산요소가격과 M개의 산출물에 대한 추정계수, A는 테일러 전개식의 2차항에 대한 추정계수이며,  $u_h$ 와  $v_h$ 는 삼각함수항들에 대한 추정계수,  $\eta_k$ 는 연구자가 정해야 할 임의의  $N+M$  정수벡터를 의미한다.

따라서 식[II-12]는 초월대수 함수형태 부분과 유사한 식[III-17]과 푸리에 계열의 합인 식[II-18]의 두 부분으로 구성된다고 해석할 수 있다.

$$c_1 + b'x + \frac{1}{2}x'Ax \quad [\text{II}-17]$$

$$c_2 + \sum_{h=1}^H [u_h \cos(\eta'_k x) - v_h \sin(\eta'_k x)] \quad [\text{II}-18]$$

만일  $u_h = v_h = 0$  일 경우 식[II-12]는 초월대수 함수형태로 전환된다고 볼 수 있으므로 초월대수 함수형태는 푸리에 함수형태의 일종의 부분합으로 설명될 수 있다.

만약 식[II-17]에서도 sine항과 cosine항에 이용될 수 있도록 크기가 조절된 자료를 이용한다면 원 자료를 그대로 이용하는 본래 의미의 초월대수 함수형태와 완전히 일치하는 것은 아니다. 그러나 식[II-17]에는 원 자료를 이용하고 식[II-18]에서만 조절된 자료를 이용한다면,  $u_h = v_h = 0$ 일 때 해당 자료에 적합한 비용함수의 형태는 푸리에 비용함수가 아니라 초월대수 비용함수라고 말할 수 있다. 즉 추정결과를 이용하여 푸리에와 초월대수 함수형태 간의 적합성 검정을 할 수 있다.

결국 푸리에 함수형태의 실제 추정에 있어서 첫째, 초월대수 함수형태 부분에 적용되는 변수들의 크기를 조절하는가, 둘째, 삼각함수항에 요소가격과 산출물을 모두 포함하는가, 셋째,  $H$ ,  $\eta_k$ 의 선택 여부에 따라 함수형태가 다르게 설정될 수 있다.

Gallant(1981)는 초월대수 함수형태 부분에 적용되는 변수들의 크기도 조절된 값을 적용하였으나, 이런 경우 만약 삼각함수항의 계수가 0이 된다고 하더라도 초월대수 함수형태와 동일하다고 말할 수는 없다. 따라서 몇몇 연구에서는 초월대수 함수형태 부분에는 조절되지 않은 원래의 값을 적용하고 삼각함수항 부분에만 조절된 값을 이용한 경우와 추정결과에 큰 차이가 없으면 이와 같은 방법을 이용하는 것이 경제적 의미의 해석상 유리하고, 초월대수 함수형태를 내포할 수 있다.

삼각함수항 부분에 요소가격과 산출물을 모두 포함할지, 아니면 산출물만 포함할지 결정하는 문제는 두 가지 측면을 고려하여 결정하여야 한다. 요소가격과 산출물의 삼각함수항을 모두 포함하면 모형의 적합성은 더 높아지겠지만 추정해야 할 계수가 너무 많아져서 추정 자체가 어려울 수 있다. 일반적으로 이와 같은 경우 산출물을 삼각함수항에 주로 포함하는 데, 그 이유는 요소가격은 대체로 평균 근처에 모여 있지만 산출물은 관찰점 간에 편차가 커서 분포가 넓게 흩어져 있는 경우가 많기 때문이다.<sup>36)</sup> 따라서 산출물에 대한 삼

---

36) Berger, Leusner and Mingo(1997)는 비용함수를 푸리에 함수형태로

각함수항을 포함시켜 산출물의 분포를 잘 근사하고자 하는 경우가 많다.

마지막으로 푸리에 함수형태 추정에서는 sine항과 cosine항의 차수(order)인  $H$ 과 정수벡터  $\eta_k$ 을 적절하게 정하는 것이 매우 중요하다. Gallant(1982)는 표본 크기에 비하여  $H$  벡터의 수를 늘릴수록 근사오차를 줄일 수 있음을 입증하였으나, 한편으로는 추정해야 할 모수가 많아 관찰점이 많지 않을 경우 추정 자체가 어려울 수 있다.

차수와  $H$ 과 정수벡터  $\eta_k$ 의 추정 방식은 두 가지가 있다.

먼저 삼각함수의 몇차항까지 근사식에 포함할 것인지 차수를 결정하는 것은 차수를 늘려가면서 adjusted  $R^2$ , AIC값을 산정하여 관찰점 수에 비해 추정할 모수의 개수가 너무 크지 않도록 결정하는 방법이다.

다음으로 Eastwood and Gallant(1991)가 제시한 관찰점 수와 푸리에 변수의 수에 대한 법칙으로 (관찰점 수)<sup>2/3</sup>가 되도록  $H$  값이 조절될 경우 푸리에 비용함수의 추정치가 일관성 있고 점증적인 정규 분포를 갖게 된다는 것이다.

식[II-12]가 초월대수 함수형태 부분과 삼각함수 부분으로 구분되므로 이를 구체적으로 표기하면 식[II-19]와 같다.

$$\begin{aligned} \ln TC = & \alpha_0 + \sum_i \alpha_i \ln P_i + \sum_q \beta_q \ln Y_q + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \ln P_i \ln P_j \quad [\text{II-19}] \\ & + \frac{1}{2} \sum_q \sum_r \delta_{qr} \ln Y_q \ln Y_r + \sum_i \sum_q \phi_{iq} \ln P_i \ln Y_q \\ & + \sum_{h=1}^H [u_h \cos(\eta'_k x) + v_h \sin(\eta'_k x)] \end{aligned}$$

---

정형화하면서 삼각함수항에 요소가격변수가 포함될 때 부호조정에 의하여 인위적으로 선형동차성 제약을 부과하는 문제점을 피하기 위해 삼각함수항에는 산출물변수만 포함하여 모형을 설정하였다. 또한 초월대수 함수형태 부분에 이용되는 독립변수벡터들은 Mitchell and Onvural(1996)에서와는 달리 조정되지 않은 원래의 변수값을 이용하였다.



푸리에 비용함수 역시 비용함수의 이론적 속성인 생산요소가격에 대한 1차동차의 제약조건을 만족시켜야 하므로 추정계수 간에는 식 [II-20]과 같은 제약조건을 갖는다.

$$\sum_i \lambda_i \alpha_i = 1, \sum_j \gamma_{ij} = 0, \sum_i \phi_{iq} = 0 \quad [\text{II}-20]$$

또한 각 삼각함수항에서의 생산요소가격 추정계수들의 합이 0이 되도록  $\eta_k$ 를 정해야 한다.

푸리에 비용함수를 추정할 때에도 식[II-19]만을 추정하는 방식 외에도 초월대수 비용함수와 마찬가지로 요소점유율방정식을 함께 추정하는 방식도 있다.

$$\begin{aligned} S_i &= \frac{P_i X_i}{TC} = \frac{\partial \ln TC}{\partial \ln P_i} \\ &= \lambda_i [\alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \ln P_j + \sum_q \phi_{iq} \ln Y_q \\ &\quad + \sum_{h=1}^H (-u_h \sin(\eta'_k x) + v_h \cos(\eta'_k x))] \\ i &= 1, \dots, N \end{aligned} \quad [\text{II}-21]$$

또한 푸리에 비용함수 역시 초월대수 함수형태 부분을 포함하므로 식[II-8]의 대칭조건을 만족해야 한다.

결국 푸리에 함수형태는 전역적인 근사가 가능하다는 점이 가장 큰 장점인 반면, 추정해야 할 모수의 수가 많아진다는 단점이 존재한다. 만약 비용함수에 포함되는 변수들의 평균점이 그 변수값들을 잘 대표한다면 굳이 푸리에 함수형태가 아니라 초월대수 함수형태를 이용하여도 무방하다. 그러나 변수값들의 분포가 흩어져 있다면, 즉 분산이 큰 경우나 분포의 형태가 정규분포 형태와 크게 상이하

다면 국지적인 초월대수 함수형태를 적용한 비용함수의 추정결과는 해당 자료 전체를 대표하기가 어렵다고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 비용함수에 포함되는 종속변수인 총비용과 산출물 변수, 요소가격 변수들의 분포형태를 분석하여 사전적으로 초월대수 함수형태가 적합할지 또는 푸리에 함수형태가 적합할지 검토하였다. 그 결과 푸리에 함수형태가 국내 시내버스운송업의 비용함수를 추정하는 데 더 적합한 함수형태라고 판단하였다.<sup>37)</sup>

## 2. 관련 선행연구의 고찰

### 1) 관련 선행연구의 선정

버스운송업을 대상으로 규모 및 범위의 경제성을 분석한 선행연구들은 주로 전통적인 비용함수 접근법을 이용하였다. 전통적인 비용함수 접근법은 버스업체가 비용 효율적이라고 가정하기 때문에 최근에는 버스업체가 비용 비효율적일 수도 있음을 가정하고 산출량과 가장 효율적인 비용 간의 관계를 추정하는 확률적 비용변경 접근법(stochastic cost frontier analysis, SFA)을 이용하는 추세이다. 그러나 확률적 비용변경 접근법을 이용한 선행연구들은 주로 업체의 효율성을 분석하는 데 초점을 맞추고 있기 때문에 규모 및 범위의 경제성을 추정한 사례는 많지 않다.

본 연구에서 이용하고자 하는 푸리에 비용함수모형을 버스운송업에 적용한 선행연구는 아직까지 없고, 교통부문에 대해 이 모형을 적용한 선행연구로는 항공운송업에 적용한 선행연구가 국내외 한 건씩 존재하고, 그 외에는 모두 은행이나 병원 등에 적용한 선행연구뿐이다.

---

37) 본 논문의 pp. 88~91 참조.

따라서 본 연구에서 고찰하는 선행연구로는 먼저 전통적인 비용함수 접근법을 이용하여 버스운송업의 규모 및 범위의 경제성을 분석한 사례를 중심으로 하되, 확률적 비용변경 접근법을 이용했더라도 버스운송업의 규모 및 범위의 경제성을 분석한 사례 역시 포함하였다. 그리고 아직까지 버스운송업에 적용된 사례가 없는 푸리에 비용함수를 적용한 선행연구는 항공운송업에 적용한 사례를 포함하였다.

<표 II-1>에서 버스운송업의 규모 및 범위의 경제성 관련 선행연구들을 분석방법에 따라 분류하여 정리하였다.

<표 II-1> 버스운송업의 규모 및 범위의 경제성에 관한 선행연구들의 분류

분석방법		국외 선행연구	국내 선행연구
전통적인 비용함수 접근법	단일 산출물	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viton(1981)</li> <li>• Willams and Dalal(1981)</li> <li>• Willams and Hall(1981)</li> <li>• Tauchen and Gilbert(1983)*</li> <li>• Berechman(1983)</li> <li>• Berechman and Giuliano(1984)</li> <li>• Obeng(1985)</li> <li>• Berechman(1987)</li> <li>• De Rus and Nombela(1997)</li> <li>• Matas and Raymond(1998)</li> <li>• Karlaftis and McCarthy(1999)</li> <li>• Karlaftis and McCarthy(2003)</li> <li>• Filippini and Prioni(2003)</li> <li>• Fraquelli et al.(2004)</li> <li>• Singh(2005)</li> <li>• Farsi et al.(2006)</li> <li>• Cubukcu(2008)</li> <li>• Lawrence et al.(2012)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이성원 · 조준행 (1993)</li> <li>• 신동선(1997)</li> <li>• 김성수(1997)</li> <li>• 한중학 · 양시훈 (2011)</li> </ul>
	다수 산출물	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colburn and Talley(1992)</li> <li>• Farsi et al.(2007)**</li> <li>• Di Giacomo and Ottoz(2010)***</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 김성수 · 김민정 (2001)</li> </ul>
확률적 비용변경 (SFA) 접근법	단일 산출물	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ottoze et al.(2009)</li> <li>• Farsi et al.(2006)</li> </ul>	
	다수 산출물	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viton(1992, 1993)**</li> <li>• Dalen and Gomez-Lobo(2003)</li> <li>• Walter(2008)***</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 노승원(2007)</li> <li>• 이태원(2009)</li> </ul>
Fourier 비용함수	항공 운송업	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creel and Farell(2001)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 김제철 · 김민정 (2005)</li> </ul>

주: \* 초월대수-유형(translog-type) 비용함수를 추정하였음.

\*\* 이차함수 또는 이차비용변경함수(quadratic frontier cost function)를 추정하였음.

\*\*\* 초월대수, 일반초월대수, 분리형이차함수, 복합 함수형태의 비용함수를 모두 추정하였음.

## 2) 버스운송업의 규모 및 범위의 경제성에 관한 국외 선행연구

### 가. 단일산출물 비용함수 및 다수산출물 비용함수의 구분

본 연구에서는 버스운송업을 단일산출물 산업으로 가정하였는지 혹은 다수산출물 산업으로 가정하였는지를 기준으로 선행연구를 정리하였다.

버스운송업의 규모의 경제 존재 여부는 이 외에도 단기와 장기의 구분, 함수형태 및 추정방법, 산출물의 유형, 국가별 운행 여건 및 업체 규모에 따라서도 상이하게 나타나고 있다. 그럼에도 불구하고 우선적으로 다수산출물의 반영 여부를 기준으로 한 이유는 단일산출물로 가정하여 비용함수를 추정하면 범위의 경제성은 고려할 필요가 없으므로 추정 및 결과의 해석이 용이하지만, 다수산출물로 가정하여 비용함수를 추정하면 규모의 경제성은 산출물별 규모의 경제성(product-specific economies of scale)과 방사형 규모의 경제성(ray economies of scale)으로 나뉘어 정의되기 때문이다.<sup>38)</sup> 이때 방사형 규모의 경제성은 산출물별 규모의 경제성뿐 아니라 범위의 경제성의 영향도 받는다. 따라서 단일산출물 비용함수에 비해 추정 및 결과의 해석이 복잡하다는 단점이 있지만, 현실적으로 산출물 특성이 다르다면 이를 각각 반영하는 것이 집합화하여 하나의 산출물로 반영하는 것보다 더 정확하다.

먼저 산출물을 단일산출물로 가정하여 버스운송업의 규모의 경제 존재 여부를 분석한 국외 선행연구의 개요는 <표 II-2>와 같다.

---

38) 다수산출물의 규모의 경제성에 관해서는 pp. 63~65를 참조.

<표 II-2> 버스운송업의 규모의 경제성에 관한 국외 선행연구의 개요  
: 단일산출물 비용함수 적용

선행연구	표본	함수 형태	투입 요소	산출물	분석결과
Viton (1981)	미국 버스 (1975, N=54) 횡단면자료	초월 대수	노동, 연료, 자본	차량마일	• 소형업체는 규모의 경제, 대형업체는 규모의 불경제 존재
Williams and Dalal(1981)	미국 시내버스 (1976, N=20) 횡단면자료	초월 대수	노동, 연료, 정비, 자본	차량마일	• 평균비용곡선의 형태가 $\cap$ 자형을 보임 $\rightarrow$ 소규모에 서는 규모의 불경제, 대규모에서는 규모의 경제
Williams and Hall(1981)	미국 시외버스 (1971-1975, N=50) 횡단면자료	초월 대수	노동, 연료, 자본	승객마일	• 규모의 경제 존재
Tauchen et al. (1983)	미국 버스 (1975, N=950) 횡단면자료	초월 대수 유형	노동, 연료, 자본	차량마일, 승객수	• 소형업체는 규모의 경제, 대형업체는 규모수익불변 • 버스서비스별 한계비용은 각각 다름 • 결합생산의 비용절감 가능성 있음
Berechman (1983)	이스라엘 버스 (1972-1979, N=32) 시계열(분기별)	초월 대수	노동, 자본	승객수입	• 규모의 경제 존재
Berechman and Giuliano (1984)	미국 시내버스 (1972-1979, N=28) 시계열(분기별)	초월 대수	노동, 연료, 정비, 자본	차량마일, 승객수입	• 산출물별로 구분하여 비용 함수를 추정함 $\rightarrow$ 차량마일의 경우 규모의 불경제, 승객수입의 경우 규모의 경제
Obeng (1985)	미국 버스 (1981-1982, N=62) 횡단면자료	초월 대수	노동, 연료, 자본	승객마일	• 단기에서는 밀도의 경제, 장기에서는 규모의 불경제 존재

(표 계속)

선행연구	표본	함수 형태	투입 요소	산출물	분석결과
Berechman (1987)	이스라엘 버스 (1971-1981, N=33) 시계열(분기별)	초월 대수	노동, 자본, 연료, 정비	차량키로, 승객수	• 규모의 경제 존재
De Rus and Nombela (1997)	스페인 버스 (1992, N=28) 횡단면자료	초월 대수	노동, 연료, 자본	차량키로	• 규모수익불변
Matas and Raymond (1998)	스페인 버스 (1983-1995, N=117) 패널자료	초월 대수	노동	차량키로	• 대형업체는 약한 규 모의 불경제, 중소형 업체는 규모수익불변
Karlaftis and McCarthy (1999)	미국 버스 (1983-1994, N=216) 패널자료	초월 대수	노동, 연료, 기타	소형업체 차량키로, 중형업체 차량키로, 대형업체 차량키로	• 중소형업체는 규모의 경제, 대형업체는 규 모의 불경제
Karlaftis and McCarthy (2002)	미국 대중교통업체 (1986-1994, N=2,304) 패널자료	초월 대수	노동, 연료, 기타	6개의 그룹별 차량마일 • 그룹별 규모: 1816대/557대/ 150대/46대 23대/10대	• 557대의 차량보유대 수 규모에서는 미미 한 규모의 불경제 • 1816대, 150대 이하에 서는 규모의 경제
Filippini and Prioni (2003)	스위스 시내 및 시외버스 (1991-1995, N=170) 패널자료	초월 대수	노동, 연료, 재료 및 서비스	버스키로, 좌석수키로	• 버스키로: 밀도의 경 제, 규모수익불변 • 좌석수키로: 밀도의 경제, 규모의 경제. 그 러나 표본 평균이 9대 에 불과함

(표 계속)

선행연구	표본	함수 형태	투입 요소	산출물	분석결과
Fraquelli et al. (2004)	이탈리아 시내 및 시외버스 (1996-1998, N=135) 통합자료	초월 대수	노동, 연료, 기타	승차율을 고려한 좌석수키로	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시내버스와 시외버스 간에 범위의 경제 존재.</li> <li>• 전역적인 규모의 경 제 존재</li> </ul>
Singh (2005)	인도의 공영버스 (1990/1-2001/2, N=84) 패널자료	초월 대수	노동, 연료, 자본	승객키로	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소형업체는 모든 연도 에서 규모의 경제 존재</li> <li>• 대형업체는 1998년 이 후부터 규모의 경제</li> </ul>
Farsi et al. (2006)	스위스 시외버스 (1986-1997, N=985) 패널자료	SFA 초월대수 • Pooled • RE • FE • True RE	노동, 자본	좌석수키로	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모든 모형에서 규모의 경제 존재</li> <li>• Pooled를 제외한 모형 에서 규모가 커질수록 규모의 경제성 지수가 증가함</li> </ul>
Cubukcu (2008)	미국 시내버스 (1996-2002, N=1053) 패널 자료	초월 대수	노동, 연료, 자본	승객마일	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지리적 변수가 비용에 큰 영향을 미침</li> <li>• 소형업체에서는 규모 의 경제, 대형업체에서 는 규모의 불경제</li> </ul>
Ottoze et al. (2009)	이탈리아 버스 (1998-2002, N=332) 불균형패널	SFA 초월대수	노동, 자본, 기타,	차량키로	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 민영업체(21.7대)에서 는 규모의 경제, 공영 업체(142.2대)에서는 규모수익불변</li> </ul>
Lawrence et al. (2012)	홍콩 버스업체와 페리업체 (1948-1998, N=204) 시계열자료	초월 대수	노동, 연료, 자본	버스승객수, 페리승객수	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 업체별 비용함수 추정</li> <li>• 업체별 규모의 경제는 모든 기간에서 존재</li> <li>• 하버브릿지 개통(1972 년) 이전에 버스와 페 리는 보완관계, 이후에 는 경쟁관계</li> </ul>



단일산출물 비용함수를 추정한 선행연구들 중에서 Tauchen et al.(1983)과 Fraquelli et al.(2004)는 버스운송업의 다수산출물 특성을 산출물 변수로 반영하지 않고, 각각 산출물별 비율항과 더미변수로 반영하였다. Tauchen et al.(1983)은 총차량마일을 산출물로 하는 단일산출물 초월대수 함수형태에 서비스 유형(regular-route, charter, local, school bus-mile)별 운행거리가 비용에 미치는 영향을 파악하기 위해 유형별 차량마일의 비율항, 서비스유형별 승객수를 비용함수에 포함하였고, 이를 초월대수유형의 비용함수라고 명명하였다. 즉 Tauchen et al.(1983)은 버스운송업을 다수산출물 산업으로 인식하고, 이를 모형에 반영하고자 한 최초의 연구라고 할 수 있다. 또한 Fraquelli et al.(2004)은 좌석수키로를 산출물로 하는 단일산출물 초월대수 함수형태에 시내버스업체, 시외버스업체, 두 가지를 함께 운행하는 업체를 구분하는 더미변수를 포함하였다.

한편 산출물을 다수산출물로 가정하여 버스운송업의 규모의 경제 존재 여부를 분석한 국외 선행연구는 <표 II-3>에서 볼 수 있는 것처럼 소수에 불과하다. 이들은 Tauchen et al.(1983)과 Fraquelli et al.(2004)과 달리 비용함수에 다수의 산출물 변수를 직접 도입하였다는 점에서 차별화된다. 또한 단일산출물 비용함수가 모두 초월대수 함수형태를 취한 것과 달리 다수산출물 비용함수로는 초월대수, 이차함수, 복합함수 등 다양한 함수형태를 적용하였다. 이는 산출물 변수에 0의 값을 대입하지 못하는 초월대수 함수형태의 한계 때문인 것으로 판단된다.

<표 II-3> 버스운송업의 규모의 경제성에 관한 국외 선행연구  
: 다수산출물 비용함수 적용

선행연구	표본	함수 형태	투입 요소	산출물	분석결과
Viton (1992, 1993)	미국 대중교통업체 (1984-1986, N=289) 불균형패널	SFA 이차함수	시스템 별 임금	모터버스마일, 철도마일, 전차마일, 트롤리버스마일, 수요대응버스마일, 기타차량마일,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모터버스만 규모의 불경제, 나머지는 규모의 경제 존재</li> <li>• 범위의 경제는 임 금수준에 따라 결정됨</li> </ul>
Colburn and Talley(1992)	미국의 한 대중교통업체 (1979-1988, N=36) 시계열(분기별)	초월 대수	노동, 연료, 자본	모터버스마일, dial-a-ride마일, elderly마일, van pool 마일	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모터버스와 elderly에서는 규모의 경제 존재</li> <li>• 비용보완성은 특정 조합에서만 존재</li> </ul>
Dalen and Gomez-Lobo (2003)	노르웨이 버스 (1987-1997, N=1135) 불균형패널	SFA 투입요소간 대체탄력성 =1로 제한한 초월대수	기사 노동, 관리원 노동, 연료, 자본	시내버스-km, 시외버스-km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 규모수익불변</li> <li>• 범위의 불경제</li> </ul>
Farsi et al. (2007)	스위스 대중교통업체 (1985-2003, N=300) 패널자료	이차 함수	노동, 자본	버스좌석키로, 트롤리좌석키로, 트램좌석키로	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 규모의 경제와 범위의 경제 존재</li> </ul>
Walter (2008)	독일 대중교통업체 (1997-2006, N=381) 불균형패널	SFA 이차함수 • RE • True RE	노동, 운영, 자본	버스좌석키로, 철도좌석키로	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 범위의 불경제 존재</li> <li>• 버스는 RE, TRE 모형에서 규모의 경제 존재</li> </ul>
Di Giacomo and Ottoz(2010)	이탈리아 시내 및 시외버스 (1998-2004, N=411) 불균형패널	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 초월대수</li> <li>• 일반 초월대수</li> <li>• 분리 이차함수</li> <li>• 복합모형</li> </ul>	노동, 기타	시내버스키로, 시외버스키로	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 약한 규모의 경제 존재</li> <li>• 초월대수형태에서는 범위의 불경제 존재, 이차함수형태에서는 서로 독립적임</li> </ul>

Viton(1992)은 최초로 다수산출물 비용함수를 적용하였지만, 규모의 경제성 지수 및 범위의 경제성 지수를 산정하지 않고 산출량 규모의 증가 및 수단 추가에 따른 비용절감분을 산정하여 간접적으로 판단하였다. Dalen and Gomez-Lobo(2003) 역시 규모 및 범위의 경제성 지수를 산정한 것은 아니고, 산출물 간 교차항의 부호와 산출물의 비용탄력성으로 판단하였다.

반면 Colburn and Talley(1992), Farsi et al.(2007), Walter(2008), Di Giacomo and Ottoz(2010)는 규모 및 범위의 경제성 지수를 산정하였다. Colburn and Talley(1992)는 규모의 경제성 지수를 표본 평균에서만 산정한 것이 아니라 표본 평균의 90%~110% 범위에서 산정하여 규모의 경제성 추이가 규모가 커짐에 따라 감소하는 것을 보였으며, 비용보완성으로 범위의 경제 존재 여부를 판단하되 비용보완성 지수의 표준편차를 함께 제시하였다는 점에서 의의가 있다. 그러나 미국 버지니아주의 한 업체의 시계열 자료를 이용하였다는 점에서 한계가 있다. 다음으로 Farsi et al.(2007)는 산출량의 표본 평균과 1사분위수와 3사분위수에서 규모 및 범위의 경제성 지수의 통계적 유의성을 함께 제시하였다. 이 연구에서 범위의 경제는 규모가 커지면서 감소하는 추세를 보였으나 규모의 경제는 뚜렷한 추세가 나타나지 않았다. Walter(2008)도 산출량의 표본 평균과 1사분위수와 3사분위수에서 규모 및 범위의 경제성 지수를 제시하였다. 이 연구에서는 버스와 철도의 산출물별 규모의 경제는 존재하지만 범위의 불경제로 인하여 전반적인 규모의 경제는 산출물의 규모가 큰 경우에만 존재하는 것으로 나타났다. 즉 산출물별 규모의 경제는 산출량 규모의 증가에 따라 증가하고 범위의 불경제는 감소하여 전반적인 규모의 경제 역시 산출물의 규모가 증가함에 따라 증가하는 것으로 나타났다.

한편 Di Giacomo and Ottoz(2010)는 함수형태를 전통적인 초월대수, 일반초월대수, 분리형 이차함수, 복합함수 등 네 가지 함수형태로 추정하였다.<sup>39)</sup> 이 연구 역시 산출량의 표본 평균과 1사분위수와

3사분위수에서 규모의 경제성 지수와 범위의 경제성 지수를 모두 산정하였고, 표준편차를 함께 제시하였다.

## 나. 단기와 장기의 구분

버스운송업의 규모의 경제성에 관한 대부분의 국외 선행연구들은 단기 관점에서 규모의 경제<sup>40)</sup>가 존재하는 것으로 나타났다. 이는 용량에 아직 여유가 있다는 것을 의미하며, 대중교통업체의 경우 첨두시 수요에 맞추어 용량을 공급하기 때문에 비첨두시에 여유용량은 항상 존재하므로 밀도의 경제가 존재한다고 설명할 수 있다.

그러나 장기 관점에서 규모의 경제가 존재하는 지는 불확실하다. Matas and Raymond(1998)에서는 장기 관점에서 규모수익불변으로 나타난 반면, Obeng(1985)에서는 규모의 불경제가 존재하는 것으로 나타났다.

## 다. 함수형태 및 추정방법

버스운송업에 대해서는 철도운송업에서 가변비용함수가 많이 적용되는 것과 달리 총비용함수를 추정하는 것이 일반적이다.<sup>41)</sup> <표 II-2>, <표 II-3>에서 알 수 있듯이 버스운송업의 비용함수는 초월대수 함수형태가 주로 적용되어 왔으며, 다수산출물 비용함수를 적용하는 경우 이차함수 등 다른 함수형태가 일부 적용되었다. 또한 패널자료를 이용하는 경우 기업 간 이질성을 제어하기 위해 확률효과(random effect, RE), 고정효과(fixed effect, FE)모형을 적용하기

---

39) 추정결과 초월대수 함수형태의 비용함수는 0 문제로 인해 추정결과가 신뢰성이 떨어지고 분리형 이차함수와 복합함수가 더 적절하다고 기술하고 있으나, 실제 추정결과에서 대부분의 이차항과 교차항은 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다.

40) 즉 밀도의 경제를 말한다.

41) Karlaftis and McCarthy(2002)를 참조.

도 하였다. 그러나 본 연구에서 적용한 푸리에 함수형태는 아직까지 버스운송업에 대해 적용된 사례는 전무하다.

추정방법은 대체로 전통적인 비용함수 접근법이 적용되었으나, 확률적 비용변경 접근법을 적용한 사례도 있다. 다만 확률적 비용변경 접근법을 적용한 선행연구들은 버스운송업의 비용구조보다는 효율성을 분석하는 데 주된 목적을 두었으므로 규모 및 범위의 경제성을 분석한 사례는 많지 않다.

#### 라. 산출물의 유형

산출물 변수는 공급관련 지표(차량-km)와 수요관련 지표(승객-km)로 구분할 수 있으며, 버스운송업에서는 어떤 산출물 측정치를 이용하는가에 따라 분석결과가 달라질 수 있다.<sup>42)</sup> 대체로 승객-km나 승객수입 등 수요관련 지표를 이용한 연구들은 규모의 경제가 존재하는 것으로 나타났고, 차량-km를 이용한 연구들 중에는 규모 수익불변이나 규모의 불경제가 존재하는 것으로 나타나기도 하였다.<sup>43)</sup>

그러나 어떤 지표가 비용함수 추정에 더 적합한 지에 대해서는 계속 논의되어 왔으나, 일치된 결론이 도출되지는 않고 있다. 다만 분석 목적 및 자료의 특성에 따라 적절한 산출물 변수를 선택할 필요가 있다.

---

42) 두 가지 산출물 유형을 모두 분석한 Berechman and Giuliano(1984)는 동일한 비용함수를 이용했지만 수요관련 산출물 측정치를 이용했을 때는 규모의 경제, 공급관련 산출물 측정치를 이용했을 때는 규모의 불경제를 보고하였다.

43) 비침두시 승차율이 매우 낮고, 차종별 용량 차이가 다양한 경우에는 좌석-km를 이용하기도 하였다.

#### 마. 국가별 운행 여건 및 업체의 규모

버스운송업의 규모의 경제성은 버스업체의 규모에 따라서도 차이가 있다. Williams and Dalal(1981), Walter(2008)는 소형업체에서는 규모의 불경제를, 대형업체에서는 규모의 경제를 나타낸다고 하였다. 그러나 대부분의 연구에서는 소형업체는 규모의 경제를 보이다가 점점 규모수익불변, 대형업체는 규모의 불경제를 보인다고 주장하고 있다(Viton(1981), Tauchen et al.(1983), Karlaftis and McCarthy(1999), Ottoze et al.(2009), Cubukcu(2008)). 반면 De Rus and Nombela(1997)와 Dalen and Gomez-Lobo (2003)는 규모수익불변의 특성을 갖는 것으로 나타났다.

이처럼 규모의 경제성에 관해서는 일률적인 결론을 도출할 수 없고, 국가별 또는 지역별 운행 여건 및 운행 형태 등에 따라 가변적이라고 할 수 있다. 특히 규모의 경제성은 산출량의 규모 및 산출량 구성비율에 따라 달라질 수 있으므로 선행연구들의 표본 평균에서 규모의 경제 존재 여부는 표본 평균과 함께 검토하여야 한다. 따라서 2000년 이후 선행연구들을 대상으로 국가별 업체규모를 검토하였다.

##### ○ 미국

Karlaftis and McCarthy(1999)는 업체 규모를 소형(7대), 중형(26대), 대형업체(109대)로 구분하고, 각각의 그룹에 대해 대-km를 산출물로 하여 비용함수를 추정하였다. 그 결과 중소형에서는 규모의 경제를, 대형업체는 규모의 불경제를 보인다고 보고하였다. Karlaftis and McCarthy(2002)는 그들의 1999년 연구를 보다 확장하였다. 즉 업체 규모를 더 세분화하여 총 6개의 그룹(그룹 1=1,816대, 그룹 2=557대, 그룹 3=150대, 그룹 4=46대, 그룹 5=23대, 그룹 6=10대)으로 구분하여 그룹별 비용함수를 추정하였다. 그 결과 그들의 1999년 연구와 달리 557대 규모에서는 미미한 규모의 불경제를 보이지만

1,816대, 150대 이하 규모에서는 오히려 규모의 경제가 나타났다. 즉 동일한 연구자가 동일한 국가에 대해 유사한 방법으로 규모의 경제성을 분석할 때에도 결과의 차이를 보인다. 특히 각 연구에서 표본 평균을 기준으로 소형, 중형, 대형업체로 구분한 것을 그대로 인용하는 것은 한계가 있다는 것을 알 수 있다.

#### ○ 독일

Walter(2008)에서는 버스업체 규모의 1사분위수(44대), 중간값(86대), 평균값(142대), 3사분위수(221대)에서 모두 규모의 경제가 존재하는 것으로 나타났다.

#### ○ 홍콩

Lawrence et al.(2012)은 홍콩의 두 주요 버스업체에 대한 분석을 수행하였다. 이 두 업체의 차량대수는 1998년 기준 각각 746대, 3,991대로 매우 큰 편이다. 업체별 비용함수를 추정한 결과 규모의 경제가 존재하는 것으로 나타났다.

#### ○ 이탈리아

먼저 Fraquelli et al.(2004)은 표본 평균인 257대에서 규모의 경제가 있음을 밝혔으나, 규모의 증가에 따른 추이는 분석하지 않았다. Ottoze et al.(2009)는 공영업체의 표본 평균은 142대, 민간업체의 표본 평균은 22대, 전체 표본 평균은 42대인 자료<sup>44)</sup>를 이용해 규모의 경제성을 분석한 결과 공영업체보다 민간업체의 규모의 경제가 더 크게 나타났으나, 모든 경우에서 규모의 경제가 존재함을 보였다. Di Giacomo and Ottoz(2010)은 1분위수(6대), 평균값(50대), 3분위수(39대)에서 초월대수, 일반초월대수, 분리형 이차함수, 복합함수형태의 비용함수 추정결과를 이용하여 규모의 경제성 지수를 산

---

44) 이탈리아의 공영버스업체는 주로 시내버스를 운행하고, 민간버스업체는 주로 시외버스를 운행한다.

정하였다. 그 결과 1분위수와 평균값에서는 규모의 경제가 나타났지만, 3분위수에서는 미미한 불경제가 나타났다. 즉 6대, 50대 규모에서는 미미하지만 규모의 경제가 존재하고, 오히려 39대에서는 약한 규모의 불경제가 나타났다. 이는 Ottoze et al.(2009)의 분석결과와 다른 결과이다. 이처럼 규모의 경제성을 분석한 선행연구들이 이용한 자료에 포함된 버스업체들의 산출량 규모가 상이하므로 이탈리아의 버스운송업에 규모의 경제가 일관되게 존재한다고 말하기는 어렵다.

#### ○ 스위스

스위스의 버스업체 규모는 매우 작은 편으로, 하나의 노선을 운행하는 업체도 존재한다. Filippini and Prioni(2003)에서 이용된 버스업체 자료의 1분위수가 5대, 중간값이 9대, 3분위수가 20대에 불과하다. 따라서 중간값에서 규모의 경제가 있다고 기술하고 있으나, 실제로는 9대 규모에서 규모의 경제가 있다는 것이므로 Lawrence and Cheung(2012)는 Filippini and Prioni(2003)의 연구결과를 규모의 경제가 “대체로 없다”(mainly negative)로 해석하고 있다. Farsi et al.(2006)가 이용한 자료에 포함된 버스업체의 규모 역시 Filippini and Prioni(2003)와 유사하다. Farsi et al.(2006, 2007)는 1분위수, 중간값, 3분위수 모두에서 규모의 경제가 존재하는 것으로 나타났다.

#### ○ 인도

Singh(2005)에 따르면 인도에는 64개의 공영버스업체가 있는데, 이중 9개 업체<sup>45)</sup>가 독점적으로 시내버스를 운행한다. 이중에서 7개 업체(3,410대, 2,304대, 869대, 808대, 264대, 232대, 100대)에 대해 연도별 규모의 경제성 지수를 산정한 결과 264대 이하 업체는 분석기간 전체(1990년~2002년)에 걸쳐 규모의 경제가 존재하였지만, 808대~868대 업체는 1992년부터, 그리고 3,410대 업체는 1998년부터 규

---

45) 이들을 Municipal Transport Undertakings(MTUS)라고 부른다.



모의 경제가 존재하는 것으로 나타났다. 따라서 1998년 이후에는 규모에 관계없이 모든 업체들에 대해 다 규모의 경제가 존재하는 것으로 나타났다.

### 3) 버스운송업의 규모 및 범위의 경제성에 관한 국내 선행연구

한국의 버스운송업을 대상으로 비용함수의 추정을 통해 규모의 경제 존재 여부를 분석한 선행연구는 <표 II-4>와 같이 7건에 불과하고, 이중 4건은 서울시의 시내버스업체 자료를 이용하였다. 시내 버스운송업에 대한 국내 선행연구는 버스-km를 산출물로 하는 초월대수 함수형태를 전통적인 비용함수 접근법을 이용하여 추정한 것이 대부분이다. 그러나 규모의 경제성 지수와 범위의 경제성 지수를 제시할 때 표준편차를 함께 제시하여 통계적 유의성을 판단할 수 있는 연구는 두 편에 불과하다.<sup>46)</sup>

국내 시내버스운송업의 최소효율규모는 이성원과 조준행(1997)에서 60대, 신동선(1997)에서 100대, 김성수(1997)에서 200대, 김성수·김민정(2001)에서 223~371대, 한중학·양시훈(2011)에서 115~320대로 나타났다.<sup>47)</sup>

---

46) 김성수와 김민정(2001)과 이태원(2009)에서만 규모 및 범위의 경제성 지수에 대한 표준편차를 제시하였다.

47) 노승원(2007)과 이태원(2009)는 확률적 비용변경 접근법을 이용하였고, 최소효율규모보다는 효율성을 주로 분석하였다. 이들의 연구에서는 대형업체(약 221대 또는 연간 총비용 600억원 이상)는 규모의 불경제를 나타내었으므로 최소효율규모를 구체적으로 제시하지는 않았으나, 약 220대 이하인 것으로 추론할 수 있다.

<표 II-4> 버스운송업의 규모의 경제성에 관한 국내 선행연구의 개요  
: 비용함수 적용

선행연구	표본	함수 형태	투입 요소	산출물	분석결과
이성원 · 조준행 (1993)	전국 시내 및 시외버스 (1992, N=189) 횡단면자료	초월대수	노동, 자본	차량키로	• 약한 규모의 경제 존재
신동선 (1997)	서울 시내버스 (1996, N=79) 횡단면자료	초월대수 유형	노동, 자본	총 운송수입	• 일반형버스 운행비율향 반영 • 100대 이하에서 규모의 경제 존재
김성수 (1997)	서울 시내버스 (1994년, N=61 1995년, N=56) 횡단면자료	초월대수 유형 (검증결과 콕더글라스 형태)	노동, 연료, 자본	총 차량키로	• 산출물별 운행거리 비 율향과 차량-km당 승 객수향 반영 • 작은 규모의 경제 존재 • 200대 규모는 비용 효 율적
김성수 · 김민정 (2001)	서울 시내버스 (1996, N=81) 횡단면자료	초월대수	노동, 연료, 정비, 자본	도시형 버스키로, 좌석버스 키로, 지역순환 버스키로	• 산출물 표본 평균(101 대)에서 모든 산출량 구성비율에 대해 작은 규모의 경제 존재 • 산출량 구성비율에 따 라 최소효율규모는 223 ~371대
노승원 (2007)	서울 시내버스 (2003, N=54) 횡단면자료	SFA 초월대수	노동, 연료, 정비, 자본	도시형 버스키로, 좌석버스 키로, 지역순환 버스키로	• 중소형업체(121대)는 규모의 경제 존재 • 대형업체(221대)는 규 모의 불경제 존재 • 범위의 불경제 존재
이태원 (2009)	지방 시내버스 (경기도, 울산, 전주, 포항) (2004, 2005, N=50) 횡단면자료	SFA 초월대수	노동, 연료, 정비, 자본	시내버스 키로, 좌석버스 키로	• 소형업체(연간 총비용 200억원 미만)에서 규 모의 경제 존재 • 대형업체(연간 총비용 600억원 이상)는 규모 의 불경제 존재 • 범위의 불경제 존재
한중학 · 양시훈 (2011)	인천 시내버스 (2009, 2010, N=64 패널자료	초월대수	노동 연료 자본	버스키로	• 규모의 경제 존재 • 최소효율규모: 115~320 대

또한 7건 중에서 김성수·김민정(2001), 노승원(2007), 이태원(2009) 등 3건이 다수산출물 비용함수를 적용하였고, 범위의 경제성 지수를 산정하였다. 산출물 유형이 완전히 일치하지는 않지만 김성수·김민정(2001)에서 도시형버스와 좌석버스 간에는 범위의 경제가 존재하는 것으로 나타났으나, 이러한 결론은 현실<sup>48)</sup>과 상반된다고 기술하고 있다. 반면 노승원(2007)과 이태원(2009)은 산출물 간 비용 보완성으로 범위의 경제성을 판단하였는데, 모두 범위의 불경제가 존재하는 것으로 나타났다.

#### 4) 푸리에 비용함수를 교통부문에 적용한 선행연구

김제철·김민정(2005)은 27개 항공사의 1991~2002년 불균형패널자료(N=262)를 이용하여 노동, 유류, 재료 및 자본을 투입하여 세 가지의 이질적인 산출물(국내선 여객인-km, 국제선 여객인-km, 화물 톤-km)을 생산하는 것으로 설정한 총비용함수모형을 추정하였다. 함수형태로는 초월대수 함수형태와 푸리에 함수형태를 설정하였으나 푸리에 비용함수의 추정결과가 신뢰할 만하지 않아 전체적으로 초월대수 비용함수의 추정결과를 제시하되, 푸리에 비용함수의 결과는 규모의 경제성 결과만을 도출하여 초월대수 비용함수의 국지적 근사에 따른 한계를 규명하는 수준에서 제한적으로 제시하였다.

운송실적 및 보유대수에 따라 대, 중, 소로 구분하여 규모의 경제성 값의 함수형태별 차이를 비교한 결과 초월대수 비용함수에 의한 규모의 경제성 추정결과 항공사 규모와 무관하게 서로 비슷하게 나온 반면, 푸리에 비용함수에 의한 규모의 경제성 추정결과는 대형사는 규모의 불경제 또는 수익불변으로 나왔다. 따라서 초월대수 비용

---

48) 도시형버스만을 운행하거나 도시형과 지역순환버스를 함께 운행하는 업체의 수는 증가하는 반면 도시형과 좌석버스를 함께 운행하는 업체의 수는 감소하고 있다.

함수에 의한 규모의 경제 추정결과가 대형사의 경우 과대평가, 중소형은 과소평가되었다고 말할 수 있다.

Creel and Farrell(2001)은 1983~1989년 미국의 7개 대형 항공사의 불균형패널 자료(N=185)를 이용하여 푸리에 비용함수를 추정하였다. 생산요소는 노동, 연료, 설비, 비행기, 재료 등 5가지이고, 산출물은 유상승객마일(revenue passenger miles)이다. 분석결과 미국의 항공운송업은 초월대수 비용함수보다 푸리에 비용함수가 더 적절한 것으로 나타났으며, 산출량 규모가 증가함에 따라 규모수익불변에서 규모의 경제가 점차 커지다가 급격히 감소하는 것으로 나타났다.

## 5) 선행연구의 시사점

버스운송업의 규모 및 범위의 경제 존재 여부는 비용함수의 형태, 산출량 지표 등과 분석대상에 포함된 버스업체들의 산출량 범위에 따라 결과가 상이하게 나타났다. Berechman(1993)은 버스운송업에 대한 선행연구 검토 결과 버스보유대수가 100대 미만인 소형업체는 규모의 경제, 100대~500대 이하의 중형업체는 규모수익불변, 500대 이상의 대형업체는 규모의 불경제가 존재한다고 잠정적으로 결론지었다.

그러나 2000년 이후 진행된 연구들을 살펴본 결과 홍콩에서는 약 4,000대의 대형업체에서도 규모의 경제가 존재하고<sup>49)</sup>, 이탈리아의 경우 약 40대 규모에서도 규모의 불경제가 나타나고<sup>50)</sup>, 미국에서도 약 1,800대에서는 규모의 경제가 나타나는데, 약 560대에서는 규모의 불경제가 나타나<sup>51)</sup> 등 버스운송업의 국가별 특성에 따라 그 결과가 상당히 다르게 나타나는 것을 알 수 있었다.

한편 국내 선행연구에서는 대체로 규모의 경제가 존재하는 것으로

---

49) Lawrence et al.(2012)을 참조.

50) Di Giacomo and Ottoz(2010)을 참조.

51) Karlaftis and McCarthy(2002)을 참조.

나타나고 있으나, 최소효율규모는 최근으로 올수록 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 선행연구들의 검토 결과 버스운송업의 규모 및 범위의 경제성에 대한 일치된 결론을 내리기는 어렵다고 판단된다.

다음으로 버스운송업에 대한 선행연구들은 대체로 버스운송업을 단일산출물 산업으로 가정하여 분석하거나, 산출물별 영향을 비율항 또는 더미변수를 포함하여 제어하는 경우가 많았다. 또한 직접적으로 규모 및 범위의 경제성 지수를 산정하기보다는 가설검정이나 평균비용의 비교 등을 통해 추론하는 경우도 많았다. 반면 규모 및 범위의 경제성 지수를 산정하더라도 표준편차를 함께 제시하여 각 지수의 통계적 유의성을 확인할 수 있는 연구는 적었다.<sup>52)</sup>

직접적으로 다수산출물 산업으로 상정하고 분석한 경우는 많지 않은 데, 이는 다수산출물 비용함수의 추정 및 해석이 용이하지 않기 때문이다. 또한 복수의 산출물 변수를 모형에 포함하면 산출물 변수에 0을 대입해야 하는 경우가 발생하는 데, 가장 일반적으로 쓰여져 왔던 초월대수 함수형태에서는 0을 대입할 수 없기 때문이다.<sup>53)</sup>

버스운송업에 적용된 비용함수 형태는 이차함수 및 복합함수모형을 적용한 연구도 소수 존재하지만 초월대수 함수형태가 대부분이었고, 푸리에 함수형태를 적용한 연구는 없었다. 즉 버스운송업에 적합한 함수형태에 대한 연구는 타 분야에서 다양한 함수형태가 적용되어 왔던 것과 비교하면 미흡하다고 할 수 있다.

특히 규모 및 범위의 경제성은 산출물 규모 및 산출량 구성비율에 따라 달라짐에도 불구하고 대부분의 연구는 표본 평균 또는 1분위수, 중간값, 3분위수일 때에 한해 분석하였다. 그러나 국가별 또는 지역별 표본의 규모 및 특성이 다양하기 때문에 각 표본 평균이나 몇 개의 특정한 점에서의 규모 및 범위의 경제 존재 여부만으로 버

---

52) 국외의 경우 Filippini and Prioni(2003), Fraquelli et al.(2004), Farsi et al.(2007), Di Giacomo and Ottoz(20010). 국내의 경우 김성수·김민정(2001), 이태원(2009).

53) 물론 산출물 변수에 0 대신 매우 작은 값을 대입하여 초월대수 비용함수를 추정하기도 하고, 이차함수 등 다른 함수형태를 적용하기도 한다.

스운송업의 규모에 대한 일반적인 정책적 시사점을 찾기는 어렵다는 점에서 한계가 있다.

또한 버스운송업의 최소효율규모를 제시한 경우도 거의 전무한 편이다. 이와 같이 해당 표본 내의 특정한 점에서의 분석만으로는 해당 국가 또는 지역 버스운송업의 비용구조 특성을 파악하기가 어려우므로 버스운송업에 대한 적정 규모, 적정 산출물 비율 등 정책적 대안을 도출하기가 어렵다.

이에 본 연구에서는 지금까지 관례적으로 적용되어 왔던 초월대수 함수형태보다 이론적으로 우수하고 자료의 특성상 더 적합하다고 판단되는 푸리에 함수형태를 버스운송업에 적용하여 비용함수를 추정하고자 한다. 규모 및 범위의 경제성, 최소효율규모 등에 대한 분석결과 역시 몇 개의 점이 아닌 산출량 규모 및 산출량 구성비율에 따라 다양하게 분석하여 적정 규모, 적정 산출량 구성비율 등과 관련되는 구조개편방안을 제시하고자 한다. 또한 비용함수를 설정할 때 국내 대도시 시내버스운송업의 특징을 보다 잘 반영하기 위해 여러 특성 변수나 더미변수들을 도입하고자 한다.

### III. 연구 방법론의 정립

#### 1. 총비용함수모형의 설정

본 연구에서 시내버스업체는 일반버스서비스와 좌석버스서비스<sup>54)</sup>의 두 가지 이질적인 산출물을 생산하는 다수산출물 기업(multiproduct firm)으로 상정되며, 이들의 산출량은 서비스유형별 운행거리로 측정된다. 또한 개별업체는 생산기술과 생산요소가격을 주어진 것으로 받아들이며, 비용이 최소화되는 생산요소조합을 선택한다고 가정한다. 여기서 비용함수는 일정 기간 동안 주어진 산출량을 생산하는 데 소요되는 최소한의 총비용을 나타내며, 산출량과 생산요소가격의 함수로 주어진다.

비용함수를 추정하는 데 있어서 산출량은 오차항과 상관관계가 없는 외생변수로 가정된다. 이는 국내 시내버스운송업은 대표적인 피규제 산업으로서 개별업체의 산출량은 정부의 시장진입·퇴출, 서비스수준 및 운임에 대한 규제 때문에 시내버스업체가 자율적으로 산출량, 즉 운행거리를 결정할 수 없으므로 이 가정은 타당하다고 할 수 있다.

##### 1) 종속변수

비용함수는 총비용함수(total cost function, TC)와 가변비용함수(variable cost function, VC)로 구분할 수 있다. 총비용함수는 장기비용함수(long-run cost function), 가변비용함수는 단기비용함수(short-run cost function)이다. 이때 장기와 단기의 구분은 고정 생산요소의 존재 여부에 따라 결정된다. 단기의 경우에는 투입량을 변

---

54) 서울시의 광역버스 기능을 다른 지자체에서는 좌석 및 직행좌석버스가 담당하고 있다. 본 연구의 대상은 서울시를 포함하여 7개 광역시의 시내버스 운송업이다.

화시킬 수 없는 하나 이상의 고정 생산요소가 존재하는 경우를 의미하고, 장기에는 모든 생산요소가 가변요소인 경우이다.

즉 경제학에서 단기와 장기의 구분은 시간의 길이를 의미하는 것이 아니라 고정요소의 유무를 의미한다. 따라서 장기에서는 기업에 원하는 시설규모를 선택할 수 있지만 단기에서는 규모는 불변인 경우이다. 따라서 일반적으로 말하는 규모의 경제는 장기에서의 개념이고, 밀도의 경제는 단기에서의 개념이 된다.

버스운송업에 대해 비용함수를 추정한 선행연구들은 대부분 고정비용이 없는 총비용함수를 추정하였다.<sup>55)</sup> 그 이유는 버스운송업에서 자본요소는 주로 차량관련 비용으로 다른 산업에 비해 규모를 조정하기가 쉽고, 규모의 경제 존재 여부가 분석의 주된 관심사이기 때문이다. 이에 본 연구에서도 총비용을 종속변수로 설정한다. 이때 총비용은 노동비용, 연료비용, 정비비용, 자본비용의 합이다.

## 2) 독립변수

### 가. 산출물 변수

산출물 변수는 공급관련 지표(차량-km)와 수요관련 지표(승객-km)로 구분할 수 있고, 어떠한 지표가 비용함수 추정에 더 적합한지에 대해서는 계속 논의되어 왔으나 일치된 결론이 도출되지는 않고 있다.

Oum and Yu(1994)에 따르면 적절한 산출물 지표는 측정하고자 하는 효율성에 따라 달라진다. 즉 운영기관의 관점에서 생산활동과 관련된 내부적 효율성을 추정하고자 할 때에는 공급관련 지표가 적절한 반면, 정부의 관점에서 사회 전체의 후생과 관련되는 전반적인 효율성을 추정하고자 할 때에는 수요관련 지표가 적절하다고 볼 수

---

55) Fraquelli et al.(2004)는 가변비용함수를 추정하였다.



있다.

Berechman and Giuliano(1985)에 따르면 공급관련 지표는 대-km, 대-hours 등을 말하며, 획득이 용이하고 업체별 산출량 수준 비교가 용이하다는 장점이 있다. 특히 인건비 및 유류비와 상관관계가 높아 비용함수 추정시 좋은 통계적 결과를 기대할 수 있으며, 횡단면 분석시 공급관련 지표는 수요관련 지표보다 적절한 반면 지역별 차이를 반영하지 못하고, 서비스 공급의 목적인 승객운송을 반영할 수 없다는 단점이 있다. 한편 수요관련 지표는 승객-통행, 승객-km 등을 말하며, 실제 거래와 직접 관련되기 때문에 경제적 해석이 용이하고 지역별 수요의 차이를 반영할 수 있다는 장점이 있다.

버스운송업에서는 어떤 산출물 측정치를 이용하느냐에 따라 분석 결과가 달라질 수 있다. 시내버스운송업과 같이 정부가 수요에 대응하여 노선을 결정하고 물가관리 차원에서 요금수준을 결정하는 경우에는 공급관련 지표인 대-km가 더 적합하다고 판단된다.<sup>56)</sup> 또한 본 연구는 업체 규모 측면에서 대형화의 타당성을 분석하기 때문에 버스업체가 차량운행거리를 얼마나 효율적으로 생산하는 지에 더 관심이 있다.

산출물 변수의 수는 많을수록 버스운송업의 특성을 보다 잘 반영할 수 있겠지만 추정해야 할 계수가 많아지므로 산출물이 특히 이질적일 때에만 구분하는 것이다. 본 연구에서 구축한 자료는 서울시와 다른 광역시의 자료를 같은 기준에서 조사한 자료이기 때문에 산출물이 일반버스-km, 좌석버스-km, 직행좌석버스-km로 구분되어 있다. 따라서 세 가지 산출물을 각각 모형에 반영할 수도 있고, 두 가지로 구분하여 반영하거나 모두 합산하여 하나의 산출물로 반영할 수도 있다.

---

56) 만약 승객-km와 같은 수요관련 지표를 이용할 경우에는 버스업체가 노선을 선택할 수 없기 때문에 버스업체의 효율적 운영과 상관없이 인구밀도가 높은 지역의 노선을 운행하는 버스업체의 효율성이 높은 것으로 도출된다. 따라서 버스업체의 생산활동과 관련된 효율성과 생산성을 적절히 평가할 수 없게 된다.

본 연구에서는 일반버스-km를 별도의 산출물로 하고, 좌석버스와 직행좌석버스-km를 합산하여 좌석버스-km로 구분하였다. 그 이유는 좌석버스와 직행좌석버스의 용량과 요금수준이 유사한 반면, 일반버스와는 차이가 나기 때문이다.

먼저 일반버스, 좌석버스 및 직행좌석버스의 용량, 즉 좌석수(seat)는 일반버스만 다른 차종이고, 좌석버스와 직행좌석버스는 같은 차종으로 용량이 같다. 다음으로 요금은 연도별, 지역별로 차이는 있지만, 대체로 좌석버스와 직행좌석버스의 요금이 비슷하다.<sup>57)</sup> 즉 용량과 요금을 기준으로 하면 좌석버스는 직행좌석버스와 유사한 서비스를 제공하는 것으로 볼 수 있다. 또한 좌석버스와 직행좌석버스는 노선 측면에서도 비슷한 특성<sup>58)</sup>을 가지고 있다. 즉 직행좌석버스는 광역노선에 투입되고 있으며, 좌석버스 역시 직행좌석버스와 거의 유사한 광역노선 또는 간선노선이더라도 광역 기능이 강한 노선에 투입되는 경우가 많다.

이를 판단하기 위해 <표 III-1>에서 2008년을 기준으로 일반버스와 좌석버스만 운행하는 서울의 6개 업체의 보유노선<sup>59)</sup>과 노선경로<sup>60)</sup>를 조사하여 좌석버스가 광역노선에 투입되는 지를 조사하였다.

57) 2013년 카드요금 기준(www.tago.go.kr)

- 경기도: 일반버스 1,100원, 좌석버스 1,800원, 직행좌석버스 2,000원
- 부산시: 일반버스 1,080원, 좌석버스 1,700원, 직행좌석버스 1,700원

58) 수도권교통조합의 「수도권 광역버스 사업계획 조정규정(2005.9.4)」 제2조에서는 “광역버스”를 “2개 이상의 시·도에 걸쳐 주변, 도시와 대도시의 도심 또는 부도심을 직결하는 시내버스로서, 「여객자동차운수사업법」(이하 ‘운수사업법’)에 의한 직행좌석형 버스 및 좌석형버스’로 정의하고 있다.

59) 서울시 버스운송조합에서는 업체별 대표자와 소재지, 인가대수와 운행노선에 대한 정보를 제공하고 있다. 대구시와 인천시 버스운송조합도 운행노선에 대한 정보를 제공하고 있으나, 다른 도시의 버스운송조합에서는 운행노선에 대한 정보를 제공하고 있지 않다.

60) 서울교통정보센터(topis.seoul.go.kr)에서 노선번호별로 노선경로를 검색하였다. 운행노선은 2013년 기준이므로 2008년의 운행노선과 다를 수 있으나, 버스업체별 노선은 자주 바뀌는 것이 아니고 거의 사유화되어 운행되고 있으므로 좌석버스를 광역버스에 포함할 지의 여부를 판단하는 데에는 무리가 없을 것으로 판단된다.

<표 Ⅲ-1> 서울 시내버스업체의 좌석버스 보유대수와 광역노선 수 현황  
(2008년)

	일반버스 보유대수	좌석버스 보유대수	운행노선 중 광역노선
김포교통	104	17	-
대원교통	114	12	-
대원여객	204	8	• 9503(군포복합화물터미널-신사역)
동해운수	23	59	• 700(일산시-서울역) • 771(일산시-디지털미디어시티역) • 707(일산시-서울역)
선진운수	245	54	• 702(A)(고양시-롯데백화점) • 9701(일산시-롯데백화점) • 9707(고양시-영등포)
우신버스	110	30	• 441(의왕시-신사역) • 502(의왕시-한국은행) • 541(군포시-강남역)

주: 김포교통과 대원교통은 좌석버스를 2008년 기준으로 각각 17대와 12대를 보유하고 있었으나, 2013년 기준의 운행노선에서는 광역노선을 찾을 수 없었음.

대구시와 인천시에 대해서도 동일한 조사를 하였는데, 역시 서울시의 경우와 유사하게 좌석버스대수와 광역노선 수는 비례하는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서 이용하는 자료에서 좌석버스는 직행좌석버스와 유사한 광역기능을 수행한다고 볼 수 있다.<sup>61)</sup>

61) 일부 좌석버스는 광역기능뿐 아니라 간선기능을 수행하는 경우도 있다. 그러나 업체별 보유차종과 노선 현황을 분석한 결과 좌석버스 전체를 광역버스로 가정하더라도 무리가 없는 것으로 판단된다.

## 나. 요소가격

총비용은 노동, 연료, 정비, 자본비용의 합이고, 여기서 자본비용은 차량관련 비용이다.

각 생산요소의 가격은 요소비용이 시간에 비례해서 유발된다고 볼 수 있는 경우 통상적인 방법을 적용해 요소비용을 요소투입량으로 나누어 산정하며, 운행거리에 비례해서 유발된다고 볼 수 있는 경우 Harmatuck(1981, 1991)에서 이용된 활동가격(activity price)방법을 적용해 요소비용을 산출량인 총운행거리로 나누어 산정한다. 즉 노동요소가격인 임금은 노동비용을 운전기사 및 관리원의 수로 나누어 구하며, 정비가격은 정비비용을 정비원수로 나누어 구한다. 자본요소가격은 자본비용을 차량보유대수로 나누어 구하고, 연료요소가격은 연료비용을 총운행거리로 나누어 구한다.<sup>62)</sup> 이들을 각 요소가격의 평균값으로 나누어 정규화한 지수 자료를 이용해 비용함수를 추정하였다.<sup>63)</sup> 또한 업체별 생산요소비용비중, 즉 요소점유율은 각 요소비용을 총비용으로 나누어 산정하였다.

---

62) 연료요소가격을 통상적인 방법이 아닌 활동가격방법에 의해 산정한 이유는 다음과 같다. 연료요소가격의 경우 통상적인 방법을 따르면 서울의 모든 시내버스업체들은 시장에서 동일한(또는 거의 차이가 없는) 가격에 직면하기 때문에 비용함수에서 이 요소가격을 누락시켜야 하므로 계수추정치에 편의가 발생한다. Matas and Raymond(1998), Farsi et al.(2006, 2007)은 이러한 문제 때문에 연료가격을 비용함수에서 제외하고 추정하였다. 그러나 활동가격방법에 의해 산정되는 연료요소가격은 버스운행속도의 차이가 연료소비량에 미치는 영향을 반영해 업체별로 달라지므로 비용함수에 이 요소가격을 포함시킬 수 있고, 변수 누락에 따른 문제를 피할 수 있기 때문이다. Walter(2008)도 운영비용(주로 연료비용)을 좌석수-km로 나누어 가격을 산정하였다.

63) 총비용과 더미변수를 제외한 모든 변수들에 대해 정규화한 지수 자료를 이용하였다.

## 다. 더미변수

본 연구의 목적들 중 하나가 준공영제의 시행이 버스운송업의 비용구조에 미친 영향을 파악하는 것이다. 이를 위해 준공영제를 시행하는 도시를 나타내는 더미변수와 준공영제 시행 더미변수와 요소가격 간의 교차항을 포함하도록 한다. 준공영제 시행 더미변수는 준공영제 시행이 총비용에 미치는 영향을, 그리고 요소가격과의 교차항은 준공영제의 시행이 요소가격 각각에 미치는 영향을 파악할 수 있게 해준다. 일반적으로 준공영제 시행이 총비용을 증가시키고, 노동요소가격인 임금을 증가시키는 것으로 예상된다.

한편 본 연구는 횡단면 자료를 이용하므로 도시 간 이질성이 존재할 가능성이 크기 때문에 이러한 도시별 특성을 모형 안에서 반영하기 위해서는 도시 더미변수가 필요하다. 그러나 도시 모두를 각각의 더미로 처리할 필요는 없다. 또한 너무 많은 변수는 추정의 효율성을 낮추기 때문에 7개의 도시를 적절하게 묶어서 더미변수의 수를 줄일 필요가 있다.

본 연구에서는 두 단계를 거쳐 도시더미를 그룹화하도록 한다, 먼저 모든 도시더미변수를 포함한 비용함수를 추정하여 그 계수값의 차이에 대한 Wald 검정을 통해 그룹화한다. 다음으로 자료의 기술적 통계량을 분석하여 비슷한 특성을 갖는 도시끼리 그룹화한다.

### 3) 푸리에 총비용함수모형

본 연구에서는 네 가지의 생산요소(노동, 연료, 정비 및 자본)를 투입해 두 가지의 이질적인 산출물(일반버스-km, 좌석버스-km)을 생산하는 총비용함수모형을 설정한다. 이때 함수형태는 푸리에 함수형태를 이용하며, 삼각함수항의 수와 형태는 여러 대안을 적용하여 추정한 뒤 모형 적합성이 가장 좋은 대안으로 결정하였다. 즉 삼각

함수의 몇 차항까지를 근사식에 포함할 것인지 차수를 결정하는 것은 차수를 늘려가면서 조정결정계수(adjusted  $R^2$ ), AIC값 및 표본수에 비해 모수의 개수가 너무 많지 않을 기준을 고려하여 본 연구에는 2차까지 포함하는 것으로 결정하였다.

Eastwood and Gallant(1991)가 제시한 관찰점 수와 푸리에 변수의 수에 대한 법칙을 적용하면 본 연구의 관찰점 수는 모두 159개이므로 삼각함수항은 58개이어야 한다. 그러나 Eastwood and Gallant의 법칙을 적용하면 요소가격과 산출물을 모두 삼각함수항에 포함시키나, 본 연구에서는 2개의 산출물만을 포함하므로 이 두 변수만으로 58개의 삼각함수항을 추가하는 것은 과다하다.<sup>64)</sup> 따라서 본 연구에서는 하나씩 차수를 늘려가며 판단하는 방법을 선택하였고, 이때 삼각함수항의 구체적인 형태에 대해서는 Mitchell and Onvural(1996)을 참조하였다. 본 연구에서는 산출물에 대한 삼각함수항만을 포함하므로 삼각함수항은  $\cos(z_1)$ ,  $\sin(z_1)$ ,  $\cos(z_2)$ ,  $\sin(z_2)$ ,  $\cos(z_1 + z_2)$ ,  $\sin(z_1 + z_2)$  등의 모두 6개이다.

본 연구에서 설정한 시내버스운송업의 총비용함수모형은 식[III-1]과 같다.

---

64) 정운찬 외(2000a, 2000b)에서는 본 연구의 관찰점수와 유사한 175개의 관찰점에 대해 삼각함수항을 60개 적용하였으나, 삼각함수항에 포함한 변수가 요소가격 3개, 산출물 3개로 총 6개이므로 60개의 삼각함수항을 결정하는 데 무리가 없었던 것으로 보인다.

$$\ln TC = \alpha_0 + \sum_i \alpha_i \ln P_i + \sum_q \beta_q \ln Y_q \quad [\text{III}-1]$$

$$\begin{aligned} & + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \ln P_i \ln P_j + \frac{1}{2} \sum_q \sum_r \delta_{qr} \ln Y_q \ln Y_r \\ & + \sum_i \sum_q \phi_{iq} \ln P_i \ln Y_q + \eta_1 D_1 + \sum_i \eta_i D_1 \ln P_i \\ & + \sum_k \rho_k CITY_k \\ & + \sum_q [a_q \cos(z_q) + b_q \sin(z_q)] \\ & + \sum_q \sum_{r(q \neq r)} [a_{qr} \cos(z_q + z_r) + b_{qr} \sin(z_q + z_r)] \end{aligned}$$

여기서,  $TC$ : 총비용

$P_i$ : 생산요소  $i$ 의 가격

( $l$ 은 노동,  $f$ 는 연료,  $m$ 은 정비,  $k$ 는 자본)

$Y_q$ : 산출물  $q$ 의 산출량(일반버스-km, 좌석버스-km)

$z_q$ : 삼각함수항에 이용되므로  $\ln Y_q$ 가  $[0, 2\pi]$  범위 내에 있도록 조정된 값

$D_1$ : 준공영제 미시행=0, 시행=1

$D_1 \ln P_i$ : 준공영제 시행더미와 요소가격의 교차항

$CITY_k$ : 도시별 특징을 반영하는 더미변수

이때 식[II-12]와 달리 초월대수 부분의 변수들은 변환시키지 않은 원래의 값을 이용하였다. 그 이유는 변환된 값을 이용한 경우의 추정결과와 큰 차이가 없으며, 경제적 의미의 해석상 이와 같은 방법이 유리하고, 초월대수함수를 내포하기 위해서이다<sup>65)</sup>.

65) 본 연구에서 설정한 푸리에 비용함수의 경우 삼각함수항의 계수가 0이 되면 초월대수 비용함수와 동일하다. 만약 초월대수 부분의 변수도  $[0,$

삼각함수항에는 요소가격은 제외하고, 산출물만을 포함하도록 한다. 그 이유는 요소가격은 업체 간 차이가 크지 않아 평균점에서 그 특성을 대표할 수 있지만, 산출물의 산출량은 업체 간 차이가 크기 때문이다.  $\ln Y_q$ 를  $[0, 2\pi]$ <sup>66)</sup> 범위에 있도록 조절하는 과정은 다음과 같다<sup>67)</sup>.

첫째,  $\ln Y_q$ 의 최소값과 최대값  $\ln Y_q^{\min}$ ,  $\ln Y_q^{\max}$ 을 구한다.

둘째,  $\mu_q = \frac{1.6 \times 2\pi}{\ln Y_q^{\max} - \ln Y_q^{\min}}$ 를 계산한다<sup>68)</sup>.

셋째,  $z_q = 0.1 \times 2\pi - \mu_q \times \ln Y_q^{\min} + \mu_q \ln Y_q$ 를 계산한다.

본 모형에 포함된 더미변수로는 준공영제 관련 변수와 도시 변수가 있다. 준공영제 관련 변수로는 준공영제 시행 여부를 나타내는  $D_1$ , 준공영제 시행 여부가 요소가격에 미치는 영향을 반영하기 위한  $\ln P_i D_1$ 가 있다. 한편 본 연구에서 이용하는 자료가 서울특별시 외 6대 광역시의 시내버스업체 자료이므로 도시 간 차이가 존재하고, 이를 반영하여 모형의 적합도를 높이기 위해서는 도시별 더미가 필요하다. 그러나 모든 도시를 별도의 더미변수로 포함하게 되면 준공영제 더미변수와 다중공선성이 발생하고, 추정해야 할 계수의 수도 많아지기 때문에 도시별 자료의 특성을 파악하여 7개 도시들을 그룹핑하였다. 서울과 부산은 자료의 특성이 타 도시와 그룹화할 수 없었고, 다른 도시들은 크게 두 개의 그룹으로 구분할 수 있었다. 따라서 본 모형은 서울을 base 도시로 하며, 부산 더미와 두 개의 도

---

$2\pi$ 로 조절된 값을 이용한다면 삼각함수항의 계수가 0이 된다고 하더라도 초월대수 비용함수와 동일하다고 말할 수는 없다.

66) 실제로는 약간 변형하여 Humphrey and Vale(2004)에서와 같이 범위가  $[0.1 \times 2\pi, 0.9 \times 2\pi]$ 가 되도록 조정한 값을 이용하였다.

67) 이영수, 이민환(2007)의 방법론 참조.

68)  $1.6 \times 2\pi = 0.9 \times 2\pi - 0.1 \times 2\pi$ 이다.



시더미를 포함한다.<sup>69)</sup>

식[Ⅲ-2]는 이차항의 테일러시리즈 전개를 통해 도출되므로 함수  $\ln TC$  에 대한 헤시안 행렬(Hessian matrix)이 대칭(symmetry)이어야 한다. 이는 식의 모수가 식[Ⅲ-2] 조건을 충족해야 함을 의미한다.

$$\gamma_{ij} = \gamma_{ji}, \quad \delta_{qr} = \delta_{rq} \quad [Ⅲ-2]$$

비용함수인 식[Ⅲ-1]에 Shephard의 정리<sup>70)</sup>를 적용하여 요소점유율방정식(input share equation)의 형태로 조건부요소수요함수(cost-minimizing input demand)를 구할 수 있다. 즉 생산요소  $X_i$ 에 대한 비용이 총비용에서 차지하는 비중 또는 요소점유율( $S_i$ )은 식[Ⅲ-1]을 요소가격( $P_i$ )에 대해 로그미분(log differentiation)함으로써 식[Ⅲ-3]과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} S_i &= \frac{P_i X_i}{TC} = \frac{\partial TC}{\partial P_i} \cdot \frac{P_i}{TC} = \frac{\partial TC}{TC} \cdot \frac{P_i}{\partial P_i} = \frac{\partial \ln TC}{\partial \ln P_i} \quad [Ⅲ-3] \\ &= \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \ln P_j + \sum_q \phi_{iq} \ln Y_q + \eta_i D_1 \\ i, j &= l, f, m, k \end{aligned}$$

생산요소가 4개이기 때문에 요소점유율방정식도 4개가 도출된다. 그러나 4개의 방정식 간에는  $\sum_i S_i = 1$ 이 성립하기 때문에 추정시 선형종속관계가 발생하게 된다. 따라서 요소점유율방정식 중 하나를 제외하여야 하므로 본 연구에서는 자본요소의 점유율방정식을 제외하였다<sup>71)</sup>.

69) IV장의 도시더미 구축내용(pp. 78~81) 참조.

70) 비용함수를 어떤 임의의 생산요소가격에 대하여 편미분한 값은 임의의 생산요소 투입량과 동일하다는 정리를 말한다.

또한 식[Ⅲ-1]의 비용함수가 잘 정의된 생산기술을 반영하기 위해서는 요소가격에 대한 1차 동차성 조건(homogeneous of degree one in input prices)<sup>72)</sup>을 만족해야 한다. 여기서 이 조건은 식[Ⅲ-1]의 모수에 대한 식[Ⅲ-4]의 선형 제약조건으로 미리 부과된다<sup>73)</sup>.

$$\begin{aligned} \sum_i \alpha_i &= 1, \\ \sum_j \gamma_{ij} &= 0 \quad (\text{for all } j = l, f, m, k), \\ \sum_i \phi_{iq} &= 0 \quad (\text{for all } q = 1, 2) \end{aligned} \quad [\text{Ⅲ-4}]$$

## 2. 비용구조의 분석방법

### 1) 생산요소의 편대체탄력성과 요소수요의 가격탄력성

시내버스운송업의 요소 투입과 관련된 비용특성은 생산요소의 편대체탄력성( $\sigma_{ij}$ ) 및 요소수요의 가격탄력성( $\epsilon_{ij}$ )으로 생산요소 간의 상호관계를 파악함으로써 확인할 수 있다. 먼저 생산요소의 편대체탄력성(partial elasticities of substitution)은 생산요소의 상대가격이 변할 때 조건부요소수요 결합이 어떻게 변하는 지를 알려주는 것으로, 비용함수에서는 산출량과 다른 생산요소의 가격이 일정할 때 생산요소의 가격이 변함에 따라 다른 생산요소의 이용량이 변화하는 정도를 의미한다.

생산요소의 편대체탄력성으로는 일반적으로 식[Ⅲ-5]와 같은

71) 이때 어느 요소의 점유율방정식을 제외하더라도 결과는 같다.

72) 1차 동차성 조건은  $C(tw, y) = tC(w, y)$  (단,  $t > 0$ )의 관계가 성립함을 의미한다. 이러한 1차 동차성 조건 때문에 추정해야 할 모수의 수가 제약식의 수만큼 감소하는 효과가 발생한다.

73) 연속성 조건은 모형의 설정단계에서 이미 부과되었고, 비감소성과 오목성 조건은 푸리에 비용함수를 추정한 다음 사후적으로 검증된다.

Allen의 편대체탄력성<sup>74)</sup>을 이용한다.

$$\sigma_{ij} = TC \left( \frac{\partial^2 TC}{\partial P_i \partial P_j} \right) / \left( \frac{\partial TC}{\partial P_i} \cdot \frac{\partial TC}{\partial P_j} \right) \quad [\text{III}-5]$$

여기서  $TC$ : 총비용

$P_i$ 와  $P_j$ : 생산요소  $i$ 와  $j$ 의 가격

식[III-5]에서 Allen의 자기 및 교차편대체탄력성은 푸리에 총비용 함수모형에서 식[III-3]으로 제시한 요소점유율을 이용하여 식[III-6]과 같이 간단하게 계산된다.

$$\text{자기편대체탄력성: } \sigma_{ii} = \frac{\gamma_{ii} + S_i^2 - S_i}{S_i^2} \quad i = l, f, m, k \quad [\text{III}-6]$$

$$\text{교차편대체탄력성}^{75)}: \sigma_{ij} = \frac{\gamma_{ij} + S_i S_j}{S_i S_j} \quad i \neq j$$

비용극소화 문제에서 비용함수는 요소가격에 대해 준오목(quasi-concave)해야 하므로, 비용함수의 요소가격에 대한 2계미분을 통해 도출된 헤시안 행렬이 음반정부호(negative semi-definite)가 되어야 한다. 따라서 헤시안 행렬의 대각원소의 부호와 관련된 자기편대체탄력성( $\sigma_{ii}$ )의 부호가 비양(-)이어야 한다. 만약 계산된  $\sigma_{ii}$ 의 부호가 양(+)이라면 생산요소  $i$ 의 상대가격이 증가함에도 불구하고 요소 투입이 증가하므로 비효율적임을 의미한다.

74) 다른 변화를 제어한 상태에서 투입요소 간의 상대가격 변화에 따른 요소수요의 변화만을 분석할 경우에는 Allen의 편대체탄력성이 교차가격탄력성보다 더 유용한 개념이다.

75) 이러한 방법으로 계산된 Allen의 교차편대체탄력성은 대칭적이라는 단점을 가지고 있다(즉  $\sigma_{ij} = \sigma_{ji}$ ).

교차편대체탄력성( $\sigma_{ij}$ )으로부터는 두 요소 간에 존재하는 대체 및 보완관계를 파악할 수 있다. 즉  $\sigma_{ij}$ 이 양의 부호를 갖는다면 두 요소 간에는 대체성이 있음을 알 수 있고, 음의 부호를 갖는다면 두 요소 간에는 보완성이 있음을 알 수 있다. 만약 유의하지 않다면 두 생산 요소는 독립적인 관계로 해석할 수 있다.

다음으로 요소수요의 가격탄력성( $\psi_{ij}$ )은 요소가격이 1% 변할 때 요소수요가 몇 % 변하는 지를 나타내주는 탄력성을 의미하며, 식 [Ⅲ-7]과 같다.

$$\psi_{ij} = \frac{\left(\frac{\partial X_i}{X_i}\right)}{\left(\frac{\partial P_j}{P_j}\right)} \quad i, j = l, f, m, k \quad [\text{Ⅲ-7}]$$

여기서  $X_i$ 는 생산요소  $i$ 의 투입량

요소수요의 가격탄력성은 Allen의 자기 및 교차편대체탄력성에 요소점유율을 곱하여 식[Ⅲ-8]과 같이 산출한다.

$$\text{자기가격탄력성: } \psi_{ii} = S_i \times \sigma_{ii} = \frac{\gamma_{ii} + S_i^2 - S_i}{S_i} \quad [\text{Ⅲ-8}]$$

$$\text{교차가격탄력성: } \psi_{ij} = S_j \times \sigma_{ij} = \frac{\gamma_{ij} + S_i S_j}{S_i}$$

요소점유율이 양의 부호를 가지므로 자기가격탄력성( $\psi_{ii}$ ) 역시 양의 부호를 가져야 한다. 마찬가지로 양의 부호를 가지면 해당 요소 투입이 비효율적임을 의미하고, 음의 부호를 갖더라도 추정치의 절대값이 1보다 작아 비탄력적이라면 이 역시 경직적임을 의미하기 때문에 비효율적임을 의미한다. 또한 교차가격탄력성( $\psi_{ij}$ )이 양의 부호를

가지면 생산요소  $i$ 와  $j$ 는 서로 대체재이고 음이면 보완재에 해당하며, Allen의 교차편대체탄력성과는 달리 대칭성은 성립하지 않는다.

## 2) 범위의 경제성 및 비용보완성

시내버스업체와 같이 다수산출물을 생산하는 기업의 비용특성으로 는 밀도 및 규모의 경제성과 함께 범위의 경제성(economies of scope)을 들 수 있다. 전통적인 범위의 경제성이란 기업의 조업 범위에 따라 나타나는 경제로, 어떤 산업의 산출물이 여러 가지인 경우 하나의 산출물만 전문적으로 생산하는 기업이 하나의 산출물을 각각 생산할 때보다 하나의 기업이 서로 다른 여러 산출물을 함께 생산할 때 비용이 감소하는 경우를 말한다.

범위의 경제성 개념은 Panzar and Willig(1981)이 제시하였다. 이 개념은 식[Ⅲ-9]와 같이 산출물  $q$ 와 산출물  $r$ 을 함께 생산할 경우의 비용이 각각 생산할 경우 비용의 합보다 작을 때 범위의 경제가 있다고 말한다.

$$C(Y_q, Y_r) < C(0, Y_r) + C(Y_q, 0) \quad [\text{Ⅲ-9}]$$

범위의 경제성 지수 산정식은 식[Ⅲ-10]과 같다.

$$SCP = \frac{C(Y_q, 0) + C(0, Y_r) - C(Y_q, Y_r)}{C(Y_q, Y_r)} \quad [\text{Ⅲ-10}]$$

즉 SCP가 0보다 크면 범위의 경제가 존재하고, 0보다 작으면 범위의 불경제가 존재한다. 한편 두 산출물이 상호 독립적이어서 산출물 간 비용보완성이 전혀 없다면 범위의 경제 및 불경제도 존재하지 않아  $SCP=0$ 이 된다. 이때 SCP는 한계비용이 음수가 아니므로 1보다 클 수 없다. 따라서 분리 생산할 때의 두 비용의 합은 결합 생

산할 때의 비용의 두 배를 넘을 수 없다. 범위의 경제가 존재하면 기업은 전문화하여 생산하기보다는 사업을 다각화하여 결합생산하여 비용을 낮추고자 하게 된다.

그러나 SCP를 계산하기 위해서는 산출물 변수에 0의 값을 대입할 수 있어야 한다. 또한 하나의 산출물에만 특화한 기업이 존재해야 한다. 이러한 가정은 현실적으로 실현되기 어려우므로 SCP를 측정할 수 있는 범위의 경제는 한계가 있다. 전반적으로 볼 때 전통적인 범위의 경제성 지수(SCP)는 접근방식과 함수형태에 따라 상반되는 결과를 나타내고 있으며, 통계적 유의성도 낮은 경우가 많다. 특히 초월대수 비용함수와 푸리에 비용함수의 경우 산출물 변수의 값으로 0을 대입할 수 없으므로 범위의 경제성 지수를 직접 측정할 수 없기 때문에 다음과 같이 두 가지 방법으로 측정한다.

첫째, SCP를 계산할 때 산출량이 0인 경우 0 대신 임의의 작은 값을 대입하는 방법이다. 대부분의 경우 자연대수(ln)를 취한 산출물 변수의 2차항의 계수가 양수이면 상당히 큰 범위의 경제가 측정되며, 음수인 경우에는 상당히 큰 범위의 불경제가 측정된다. 초월대수 비용함수가 지닌 이러한 특성은 Roller(1990)에 의해 초월대수 함수형태의 변덕성(flip-flop)이라고 지적받고 있다.<sup>76)</sup> 그러나 자연대수 함수는 그 값이 0에 가까워지는 경우  $-\infty$ 에 접근하므로 0 대신 어떤 값을 이용하는가에 따라 결과에 차이가 크다<sup>77)</sup>.

둘째, 모든 산출물을 2개씩 조합하여 모든 쌍에 비용보완성(cost complementarities)<sup>78)</sup>이 존재하는 것을 보이는 방법<sup>79)</sup>이다. 비용보완성이란 어떤 하나의 산출물을 생산하는 데 드는 한계비용이 다른

76) 지홍민(2004)에서 재인용.

77) 본 연구에서도 이러한 방법으로 전통적인 범위의 경제성 지수인 SCP를 산정하였는데, 추정결과가 안정적이지 못하였다.

78) Baumol et al.(1982)은 2차 미분가능한 비용함수의 경우 모든 산출물의 각 쌍에 비용보완성이 존재하는 것은 범위의 경제가 존재하는 충분조건이 된다고 하였다.

79) Lawrence and Shay(1986), LeCompte and Amith(1990), Colburn and Talley(1992)도 비용보완성으로 범위의 경제 존재 여부를 판단하였다.

산출물의 양을 증가시킴에 따라 감소하는 것을 의미한다.

$$\begin{aligned}
 \text{비용보완성: } CC_{qr} &= \frac{\partial^2 TC}{\partial Y_q \partial Y_r} & [\text{III-11}] \\
 &= \frac{TC}{Y_q Y_r} \left( \frac{\partial^2 \ln TC}{\partial \ln Y_q \partial \ln Y_r} + \frac{\partial \ln TC}{\partial \ln Y_q} \frac{\partial \ln TC}{\partial \ln Y_r} \right) \\
 &= \frac{TC}{Y_q Y_r} (\epsilon_{qr} + \epsilon_q \epsilon_r) & (q \neq r)
 \end{aligned}$$

$CC_{qr}$ 이 음의 값을 가지면 두 산출물은 비용보완적인 관계로 해석할 수 있다. 즉 두 산출물 간에 공유되는 투입요소가 있음을 의미하므로 한 업체가 두 가지 산출물을 결합생산하는 것이 생산비용 측면에서 타당하다고 볼 수 있다. 만약  $CC_{qr}$ 이 양의 값을 가지면 두 산출물을 분리하여 각각 다른 업체에서 생산하는 것이 타당하다고 볼 수 있다.

$CC_{qr}$ 에서  $\frac{TC}{Y_q Y_r} > 0$  이므로 실제로 비용보완성의 존재 여부를 결정하는 것은  $\epsilon_{qr} + \epsilon_q \epsilon_r$  부분이다.  $\frac{TC}{Y_q Y_r}$ 가 매우 작은 양수이기 때문에 본 연구에서는  $\epsilon_{qr} + \epsilon_q \epsilon_r$ 을  $COM_{qr}$ 으로 나타내고,  $COM_{qr}$ 가 양수이면 비용 비보완성(cost anti-complementarities)을 갖고, 음수이면 비용보완성을 갖는다고 판단한다.

Berger, Hanweck and Humphrey(1987)에 의하면 비용보완성으로 결합생산의 비용효율성을 판단하고자 할 때에는 예측되는 한계비용이 양(+)이라는 조건이 성립되어야 하는 데, 많은 연구들에 이용된 실증자료들은 이 가정을 만족시키지 못하고 있다. 따라서 비용보완성 산정시 한계비용도 같이 산정하여 그 조건을 충족시키는 범위 내에서 판단하여야 한다.

### 3) 방사형 규모의 경제성

규모의 경제는 규모수익의 정도, 즉 생산함수로 설명하는 것이 자연스럽고 직관적이다. 통상적으로 쓰이는 규모의 경제에 대한 정의는 규모수익체증(increasing returns to scale)이라고 할 수 있다. 즉 생산에 이용되는 모든 요소의 투입량을 비례적으로 증가시킬 때 산출량이 투입량의 증가율보다 더 크게 증가하는 경우에 규모의 경제(economies of scale)가 있다고 한다. 이때 산출량의 증가율이 요소 투입의 증가율과 같은 경우에는 규모수입불변(constant returns to scale)이라고 하고, 산출량 증가율이 투입의 증가율보다 작은 경우에는 규모수입체감(decreasing returns to scale) 또는 규모의 불경제(diseconomies of scale)가 존재한다고 한다.

반면 규모의 경제를 비용함수로 설명하면 생산기술 상의 규모의 경제가 존재하는 경우 평균비용이 체감한다는 것이다. 그러나 역으로 평균비용이 체감한다고 하더라도 반드시 생산기술상의 규모의 경제를 갖는다고 할 수는 없다. 왜냐하면 산출량을  $t$ 배 증가시키는 경우 모든 요소의 투입량을 비례적으로  $t$ 배 증가시키는 것이 가장 비용효율적인 방법이라고는 볼 수 없기 때문이다. 따라서 비용함수로 규모의 경제를 표현하면 비용의 산출탄력성(output elasticity of cost)으로 규모의 경제를 설명할 수 있다.

따라서 규모의 경제(economies of scale)는 총비용과 산출량 규모 사이의 관계를 밝히는 중요한 지표로서, 산출량의 1% 변화에 따른 총비용의 탄력성으로부터 식[Ⅲ-12]와 같이 산정된다.

$$\text{규모의 경제성 지수: } SCE = 1 - \frac{dTC}{dY} = 1 - \frac{MC}{AC} \quad [\text{Ⅲ-12}]$$



SCE > 0 이면 규모의 경제<sup>80)</sup>가 존재하고, 0보다 작으면 규모의 불경제가 존재함을 의미한다. 즉 규모가 커질수록 평균비용이 낮아질 때 규모의 경제가 있다고 말하고, 규모가 커질수록 평균비용이 커진다면 규모의 불경제가 있다고 말한다. 따라서 규모의 경제성 지수가 0과 같아지는 점을 최소효율규모라고 하고, 이때가 평균비용이 가장 낮은 상태이다.

다수산출물의 경우 규모의 경제성은 산출물별 규모의 경제성(product-specific economies of scale)과 방사형 규모의 경제성(ray economies of scale)으로 나누어 정의할 수 있다. 먼저 어떤 기업이 몇 개의 서로 다른 산출물을 생산하는 경우  $q$ 번째 산출물에 국한된 규모의 경제성 지수는 [III-13]과 같이 정의된다. 단일산출물 산업의 경우와 다른 점은 다수산출물 산업의 산출물별 규모의 경제성 지수를 구할 때는 증분비용을 이용한다는 점이다.

$$\begin{aligned}
 SCE_q &= 1 - \frac{MC_q}{AIC_q} = 1 - \epsilon_q & [III-13] \\
 &= 1 - \frac{\partial TIC_q}{\partial Y_q} \cdot \frac{Y_q}{TIC_q} = 1 - \frac{\partial \ln TIC_q}{\partial \ln Y_q} \\
 &= 1 - (\beta_q + \sum_r \delta_{qr} \ln Y_r + \sum_i \phi_{iq} \ln P_i - \mu_q a_q \sin(z_q) \\
 &\quad + \mu_q b_q \cos(z_q) - \mu_q a_{qr} \sin(z_q + z_r) + \mu_q b_{qr} \cos(z_q + z_r))
 \end{aligned}$$

여기서  $TIC_q$ 는  $q$ 번째 산출물의 총증분비용(total incremental cost)으로, 다른 산출물의 산출량 수준은 그대로 유지하는 반면  $q$ 번째 산출물만 생산을 한 단위 추가함으로써 증가되는 비용을 말한다.

---

80) 규모의 경제는 규모수익체증(increasing returns to scale, IRS)과, 규모의 불경제는 규모수익체감(decreasing returns to scale, DRS)과 같다. 또한 규모수익불변(constant returns to scale, CRS)은 규모의 경제도 불경제도 아닌 경우이다.

$$\begin{aligned}
TIC_q &= TC(Y) - TC(\dots, Y_{q-1}, 0, Y_{q+1}, \dots) \\
&= TC(Y_q, Y_r) - TC(0, Y_r)
\end{aligned}
\tag{III-14}$$

따라서 산출물별 평균증분비용  $AIC_q$ 는  $\frac{TIC_q}{Y_q}$ 로 정의된다. 결국  $SCE_q > 0$ 이면 q번째 산출물에 대한 규모의 경제가 있음을 의미하고,  $SCE_q < 0$ 이면 규모의 불경제가 있음을 의미한다

또한 방사형 규모의 경제성은 모든 산출물들의 산출량이 동시에 동일한 비율로 증가할 때 총비용이 어느 정도 증가하는 지를 측정하는 것으로, 식[III-15]와 같이 정의된다.

$$\begin{aligned}
SCE_o &= 1 - \sum_q \frac{MC_q}{AC_q} = 1 - \sum_q \epsilon_q \\
&= 1 - \sum_q (\beta_q + \sum_r \delta_{qr} \ln Y_r + \sum_i \phi_{iq} \ln P_i - \mu_q a_q \sin(z_q) \\
&\quad + \mu_q b_q \cos(z_q) - \mu_q a_{qr} \sin(z_q + z_r) + \mu_q b_{qr} \cos(z_q + z_r))
\end{aligned}
\tag{III-15}$$

$SCE_o > 0$ 이면 산출물별 한계비용의 합이 평균비용의 합보다 작음을 의미하므로 방사형 규모의 경제가 존재함을 나타내는 반면,  $SCE_o < 0$ 이면 방사형 규모의 불경제가 존재함을 나타낸다.

방사형 규모의 경제성은 산출물별 규모의 경제성뿐 아니라 범위의 경제성에도 영향도 받는다. 즉 범위의 경제가 상당히 크면 산출물별 규모의 불경제가 있더라도 산출물 간의 비용보완성 때문에 방사형 규모의 경제가 있을 수 있다. 또한 범위의 경제가 존재하지 않으면 산출물별 규모의 경제가 있더라도 서로 다른 산출물을 각각 생산하는 별도의 산업으로 구분되므로 다수산출물 산업으로서의 특성을 갖지 못한다.

#### 4) 평균비용과 한계비용

단일산출물일 때 평균비용은 총비용곡선상의 각 점과 원점을 연결하는 선분의 기울기이며, 한계비용은 총비용곡선상의 각 점에서의 접선의 기울기(전미분)이고, 평균비용곡선의 최저점에서 한계비용곡선이 교차한다. 그러나 다수산출물일 때의 평균비용은 단일산출물의 경우와는 달리 산출량뿐만 아니라 산출물의 구성비율에 따라 비용함수의 형태가 달라지므로 명확하게 정의하기가 어렵다.

다수산출물의 평균비용을 산정하는 방법은 두 가지가 있다.

첫째, 두 산출물의 산출량 구성비율을 일정하게 고정시킨 상태에서 총비용을 단위산출물묶음의 배율, 즉 총산출량으로 나눔으로써 구해지는 방사평균비용(ray average cost; RAC)<sup>81)</sup>을 이용해 평균비용과 한계비용을 식[Ⅲ-16]과 같이 계산한다.

$$RAC = \frac{TC(tY^p)}{t} \quad [Ⅲ-16]$$

여기서  $Y^p$ : 단위산출물묶음(a composite output)

$t$ : 총산출량( $Y$ )을 단위산출량으로 표시할 때 이용하는

배율(따라서  $Y = tY^p$ )

방사평균비용은 표본 전체의 평균비용 및 한계비용을 도출할 때 적합하지만, 산출량 구성비율이 고정되어 있기 때문에 각 산출물의 산출량 변화가 총비용에 미치는 효과를 분석할 수 없다.

둘째, 다른 산출물의 산출량은 고정시킨 상태에서 한 산출물의 산출량 변화가 비용에 미치는 영향을 파악하기 위한 평균증분비용(average incremental cost)은 개별 산출물의 평균비용을 측정할 때 적합하다. 식[Ⅲ-14]에서 증분비용을 도출할 때 산출량이 0인 경우

---

81) Baumol et al.(1982) 참조.

의 비용을 산정할 수 있어야 증분비용을 산정할 수 있다. 따라서 푸리에 비용함수에서 평균증분비용에 근거한 산출물별 평균비용을 산정하기는 어렵다.

따라서 시내버스운송업 전체를 대상으로 하는 본 연구에서는 방사 평균비용이 더 적합한 것으로 판단된다. 이 경우 산출량 구성비율의 차이에 따른 적정 규모의 변화는 방사평균비용곡선 도출과정에서 구성비율을 다르게 적용하여 파악할 수 있다. 또한 한계비용은 산출량을 한 단위 증가시킴으로써 증가하는 비용으로 운임정책에 중요한 정보를 제공해준다. 한계비용을 구하기 위해서는 먼저 평균비용을 구해야 한다.

$$MC = \frac{\partial C}{\partial Y} = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Y} \cdot \frac{C}{Y} \quad [\text{III-17}]$$

$$= \epsilon_o \cdot RAC = (1 - SCE_o) RAC$$

### 3. 준공영제 효과의 분석방법

준공영제는 2004년 서울시의 시내버스에 처음 도입되었으며, 본 연구의 기준년도인 2008년에는 인천과 울산은 제외한 5개 도시에서 모두 준공영제를 시행하고 있다.<sup>82)</sup>

준공영제는 실질적으로 버스업체 중심으로 운영되어 오던 버스노선을 지자체가 회수하고<sup>83)</sup>, 버스업체는 지자체와 계약을 통해 정해진 조건으로 노선을 운영할 경우 표준운송원가에 기초해 지자체로부터 운영비 전액을 보전 받는 제도이다. 따라서 시민 편의 증진과 시내버스 기사 처우 개선 등의 장점과 정부 부담 증가 및 버스업체의 도덕적 해이 발생 가능성 증대라는 단점이 함께 존재한다. 이에

82) 2013년 현재 울산은 제외한 광역시는 모두 준공영제를 시행하고 있다.

83) 실제로는 버스노선의 사유화를 인정하고 있는 실정이다.

준공영제를 시행하는 도시의 급격한 재정부담, 재정지원에 대한 실효성 등에 대해 문제가 제기되어 지자체별로 준공영제에 대한 진단과 평가 등이 최근 상당히 진행되고 있다.<sup>84)</sup>

준공영제의 영향을 분석하기 위해서는 두 가지 방법이 있다. 첫째, 동일한 지역에서 준공영제의 시행 전후의 변화를 분석하는 방법으로써 지금까지의 준공영제 평가 보고서에서 이용해온 방법이다. 둘째, 동일 시점에서 준공영제를 시행하는 도시와 시행하지 않는 도시 간의 차이를 분석하는 방법으로, 본 연구에서 이용하는 방법이다. 첫 번째 방법은 도시 간 이질성은 줄일 수 있으나 시간의 흐름에 따른 기술적 진보<sup>85)</sup>로 인한 오류가 우려되고, 두 번째 방법은 횡단면 자료를 이용하므로 업체 간 이분산성의 문제만 크지 않다면 준공영제의 영향을 분석하는 데 더 적합하다.

또한 기존의 준공영제에 대한 평가는 평가지표를 선정하고 이에 대한 기술적 통계량(평균, 표준편차 등)을 비교함으로써 준공영제의 영향을 가늠하는 방법을 대부분 이용했으며, 비용함수 등 계량경제학적 분석방법을 이용하지는 않았다. 그러나 준공영제 시행 여부에 따라 기술적 통계량을 단순 비교하는 것으로 준공영제의 영향을 분석하는 것은 다른 외부 요인을 제약하지 못하므로 다소 무리한 방법이다. 이에 본 연구에서는 비용함수에 준공영제 시행 여부에 따른 더미변수와 요소가격과의 교차항을 포함함으로써 계량경제학적 방법으로 준공영제가 시내버스운송업의 비용구조에 미친 영향을 파악하고자 한다.

---

84) 대도시의 준공영제에 대한 평가보고서들은 권태범·이상인(2006), 모창환 외(2007), 이시철·유세종(2008), 박준환(2009), 윤혁렬 외(2011), 이범규(2011), 전상민(2011b), 한중학·양시훈(2011), 조규석(2012), 서울특별시의회(2012) 등이 있다.

85) 기술진보(technical progress)는 생산요소의 투입량이 일정해도 생산성이 증가하여 산출량이 증가하는 경우를 말한다.

## IV. 자료와 추정방법

### 1. 시내버스운송업체 자료의 구축

앞에서 설정된 총비용함수모형을 추정할 때 이용한 자료는 전국의 159개 시내버스업체에 대한 2008년 기준 횡단면 자료로서, 한국교통연구원(2010)이 『버스운송산업 발전방안 연구』를 위해 수집한 2008년 기준 7대 광역시의 시내버스 운송업 자료이다. 해당 자료를 비용함수 분석에 알맞게 수정하고 이상치(outlier)는 제외하여 최종적으로 159개 업체의 자료를 이용하였다. 본 연구에서 이용된 자료의 기준년도는 2008년인데, 이는 획득 가능한 가장 최신 자료이다. 한국교통연구원에서 대대적으로 각 지자체의 버스 운행관련 비용 자료를 동일한 기준으로 평가하기 위해 2009년에 2008년 기준으로 자료를 수집하였고, 이후 동일한 기준으로 재조사하려 하였지만 아직 배포된 바 없다.

그러나 2013년 현재 시내버스운송업이 2008년과 크게 다르다면 본 연구의 분석결과를 현재 시점에서 해석하는 것은 무리가 될 것이다. 따라서 본 연구에서는 2008년 기준 표준운송원가와 2012년 표준운송원가를 비교하여 4년 동안 비용구조상에 큰 변화가 존재하는지를 검토하였다. 표준운송원가는 도시별 차이가 근소하므로 본 절에서는 서울시의 2008년도와 2012년도 표준운송원가의 변화를 대상으로 그 변화를 살펴보았다. <표 IV-1>에서 알 수 있듯이 서울시의 2008년의 표준운송원가(이윤 제외)는 545,461원이고 2012년에는 626,752원으로, 약 14.9%가 증가하였다.

그러나 표준운송원가 항목별 비용원가 변화는 시내버스운송업 시장의 변화라기보다는 원가산정방식의 변화에 기인하는 것이 더 크다. 이는 <표 IV-1>에서 알 수 있듯이 요소비용의 점유율이 2008년 대비 2012년에 차이가 크지 않음으로 통해 추론할 수 있다. 즉 물가

상승률이나 임금 인상 등으로 인해 운송원가는 시간의 흐름에 따라 증가하였으나 비용구조의 변화는 크지 않은 것으로 판단하였다. 즉 본 연구에서 획득 가능한 최신자료가 2008년이고, 2012년 표준운송원가는 2008년과 비교하여 요소가격의 상승이 있었다. 이러한 변화가 비용구조에 미치는 영향은 크지 않을 것으로 예상되지만 <표 IV-1>에서 알 수 있듯이 투입요소별 비용 증가율이 다르기 때문에 2008년도 기준 자료를 2012년도 요소가격으로 상향조정하여 동일한 과정으로 비용함수를 추정하여 정말로 변화가 미미한지를 검증하도록 한다.

따라서 본 연구의 2008년 기준자료에 서울시의 2008년도 표준운송원가와 2012년도 표준운송원가의 투입요소별 증가율을 적용하여 2012년도 비용으로 변환하였고 그 결과는 <표 IV-1>과 같다. 단 투입량과 산출량은 동일하고 요소가격만 변경하였다.

<표 IV-1> 시내버스운송업의 비용구조 변화: 2008년과 2012년

(단위: 원/대-일)

구분	2008년 표준운송원가		2012년 표준운송원가		증가율 (B/A)	본 연구의 자료(2008년)	
	요소 비용(A)	요소 점유율	요소 비용(B)	요소 점유율		2008년 기준(C)	2012년 변환(D)
노동	349,893	0.641	402,336	0.642	1.150	360,374	414,388
연료	113,804	0.209	134,937	0.215	1.186	105,696	125,324
정비	27,590	0.051	31,790	0.051	1.152	20,984	24,178
자본	54,175	0.099	57,689	0.092	1.065	67,529	71,909
대당 원가	545,461		626,752			554,583	635,799

주: 본 연구의 2008년 기준 자료(C)에 요소가격의 증가율을 적용하여 2012년도 자료(D)로 변환하였음.

자료: 2008년도와 2012년도 표준운송원가는 서울시 기준임.

또한 <표 IV-2>에서 알 수 있듯이 도시별 시내버스업체 수는 대체로 운송조합에 소속된 업체 수와 유사하다. 예외적으로 인천시는 인천시버스운송조합에 소속된 업체 수에 비해 본 연구 자료의 업체 수가 절반 이하로 적는데 그 이유는 다음과 같다. 첫째, 인천시의 경우 송도신도시와 청라지구, 영종신도시 등 택지지구 개발이 2008년 이후 진행되면서 새로운 버스업체가 많이 만들어졌다.<sup>86)</sup> 둘째, 인천시의 시내버스업체 원자료에는 이상치가 4개 업체로 타 도시에 비해 많았다. 셋째, 인천시 시내버스운송업은 서울로의 광역버스가 많았고, 그 광역버스들이 시내버스업체들에 의해 운행되기보다는 삼화고속과 같은 고속버스업체나 시외버스업체들에 의해 운행되는 경우가 많아 시내버스업체 자료 구축에서 제외되었기 때문이다. 결국 2008년 기준으로 보면 본 연구에서 이용한 자료는 서울을 비롯한 6대 광역시의 전수 자료라고 보아도 무방하다.

<표 IV-2> 자료에 포함된 지자체별 시내버스업체 수

구분	운송조합 자료 (2013년)	본 연구 자료 (2008년)
계	192	159
서울	61	60
부산	33	32
대전	13	12
대구	26	23
광주	10	10
인천	41	19
울산	8	3

자료: 2013년의 업체 수는 지자체별 버스운송조합 자료임.

86) 인천제물포교통(2008년), 삼환여객(2009년 창립), 성민버스(2009년), 천지교통(2009년), 신강교통(2012년), 청라교통(2012년), 하이버스(2012년) 등이 있다.



## 1) 총비용

본 연구에서 산정한 비용 자료는 회계적 비용이 아닌 기회비용(opportunity) 관점에서 산정한 경제적 비용으로 비용함수 추정시 필요한 자료는 식[Ⅲ-1], 식[Ⅲ-3]에서 알 수 있듯이 실제 지출된 총비용( $TC$ )과 요소가격( $P_i$ ), 산출량( $Y_q$ ), 요소점유율( $S_i$ ) 자료이다.

본 연구에서 추정하고자 하는 비용함수는 자본비용이 포함된 총비용함수모형이고, 본 연구에서는 시내버스업체가 모든 생산요소의 투입량을 최적으로 조정할 수 있다고 가정하기 때문에 총비용은 노동비용, 연료비용, 정비비용 및 자본비용의 합으로 정의하였다. 총비용함수를 추정한다는 것은 자본까지 조정가능하다는 가정을 전제하는 것으로 장기비용함수에 해당한다.

총비용의 구성항목은 <표 IV-3>과 같다.

<표 IV-3> 총비용의 구성항목

구분	항목
노동비용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 운전기사 임금 및 복리후생비(법정 및 기타)</li> <li>• 관리원 임금 및 복리후생비(법정 및 기타)</li> </ul>
연료비용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 경유비용</li> <li>• CNG비용</li> <li>• 잡유비용</li> <li>• 카드수수료</li> </ul>
정비비용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정비원 임금 및 복리후생비(법정 및 기타)</li> <li>• 타이어비</li> <li>• 차량정비비</li> <li>• 세차검사비</li> </ul>
자본비용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 차량관련비용</li> <li>• 차량보험료</li> <li>• 사고보상비</li> <li>• 기타차량관련비용(차고지 임대료, 주차료 등)</li> <li>• 기타관리비(수도광열비 등)</li> </ul>

## 2) 요소가격

### 가. 노동가격

노동비용은 운전기사와 관리원 노동 관련비용을 합산한 비용으로 <표 IV-3>에서 제시된 것처럼 임금, 법정 및 기타 복리후생비를 포함하였다. 운전기사의 월평균 임금 및 퇴직급여는 2008년도 적용된 업체별 임금협약서 상의 금액을 기준으로 하였다. 이때 운전기사의 평균근속연수를 조사하여 해당 호봉에 지급하는 금액을 기준으로 하였다. 따라서 업체별 운전기사의 임금차이는 해당 업체 소속 운전기사의 근무년수가 높거나, 일일 근무시간의 차이로 인해 나타난다. 대당 소요인원은 시내버스의 경우 평균 2교대임을 감안하여 730일을 운행하는데 소요되는 대당 소요인원을 산출한 후<sup>87)</sup>, 도시별 보유 차량의 가동률을 반영하여 운행대당 소요인원을 산출한다.<sup>88)</sup>

관리원의 월평균 임금 및 퇴직급여 산정방식도 운전기사 인건비 산정방식과 동일하나, 업체별 대당 소요인원은 2008년 전체 정비원 인원을 보유대수로 나눈 수치를 이용하였다. 운전기사 및 관리원의 법정복리후생비는 퇴직급여를 제외한 대당 월평균임금에 10.525%<sup>89)</sup>의 요율을 곱하여 산정하였다. 기타복리후생비는 업체별 2008년 실적 금액이다. 본 연구에서는 연간 자료를 이용하므로 상기 단가에 업체별 차량대수를 적용하고 이를 연간 금액으로 환산하였다. 노동가격은 이와 같이 산정한 노동비용을 운전기사 및 관리원수로 나누어 계산한다.

87) 운행대당 소요인원:  $730\text{일} \div (\text{임금협정서 상 기사 1인의 1년 만근일수 } 264\text{일} - \text{기사 1인 실제 이용한 유급휴가일수}) \div \text{가동률}$

88) 따라서 업체별 실제 투입인원과 는 차이가 있을 수 있다.

89) 법정복리후생비 요율은 다음의 합으로 결정된다.

- 건강보험: 2.385%(「의료보험법」 제15조).
- 국민연금: 4.5%(「국민연금법」 제75조)
- 산재보험: 0.9%(「산업재해보상보험법」 62조, 63조).
- 고용보험: 2.74%(「고용보험법」 69조).

## 나. 연료가격

시내버스의 경우 경유차량<sup>90)</sup>과 CNG차량이 있기 때문에 연료비용은 경유비용과 CNG비용을 합산해야 한다. 본 연구에서 이용된 자료는 업체별 유종별 소비량으로 업체별 경유차량대수와 CNG차량대수는 알 수 없었다. 따라서 2008년 기준 업체별 유종별 소비량에 연료단가를 곱하게 되는데, 이때 연료단가는 업체별 차이 없이 동일하게 적용하였다. 실제로는 업체별로 연료구입시기가 다르고 구입하는 양에 따라 단가가 다르지만 연간 기준으로 보면 평균치를 적용하는 것이 타당하다고 판단하였기 때문이다. 이에 경유단가는 2008년 주유소 평균가격<sup>91)</sup>에서 유가보조금(리터당 316.39원)을 제외하고 순수하게 업체가 지불하는 비용단가로 1298.05원/ℓ을 적용하였고, CNG 단가는 2008년 서울시 평균단가인 707.65원/m<sup>3</sup>을 적용하였다.

연료비용에는 경유나 CNG외에 엔진오일비 등 기타 잡유비 역시 포함되고 잡유비용 역시 2008년 기준 업체별 실적가를 적용하였다. 연료비용에는 카드수수료 역시 포함된다. 카드수수료는 카드로 낸 요금에 대한 수수료로 운행거리와 관련되기 때문이다. 이때 수수료율은 한국스마트카드의 경우 1.5~1.8%이므로 1.65%를 적용하였다. 이와 같이 도출한 연료비용을 운행거리로 나누어 연료가격을 산정하였다.

## 다. 정비가격

정비비용은 정비 및 유지관리와 관련된 비용으로 크게 정비원 비용과 유지관리비용으로 구분된다. 정비원의 임금산정도 운전기사, 관리원과 동일한 기준으로 산정하였고, 정비원의 운행대당 소요인원

---

90) 2013년 현재는 대부분의 시내버스 차량은 CNG 차량으로 바뀌었다.

91) 한국석유공사 자료.

은 관리원과 마찬가지로 2008년 전체 정비원 인원을 보유대수로 나눈 수치를 이용하였다. 정비원 복리후생비 역시 법정복리후생비는 해당 월평균임금에 10.525%를 적용하고, 기타복리후생비는 집행실적 평균액이다. 차량정비비는 소모품비, 부속품비, 외주수리비이고, 세차검사비는 세차비와 차량검사비로 타이어비와 함께 업체별 2008년 연간 집행실적을 적용하였다. 정비가격은 정비원당 비용이므로 도출된 정비비용은 정비원수로 나누어 산정하였다.

## 라. 자본가격

자본비용은 대부분 차량관련 비용이다. 각 지자체에서는 차량관련 감가상각비를 운송원가에서 제시하고 있으나 감가상각비는 해가 갈수록 감소되는 수명에 대해 내구연한에 걸쳐 정해진 방법(정액법이나 정률법)으로 손해금액을 계산하는 것으로 기회비용의 개념이 없다. 기회비용의 반영을 위해서는 일반적으로 자본회수계수(capital recovery factor)를 이용하는데, 자본회수계수란 금리(복리)를 고려하여 설비의 내구연한에 걸쳐 매년 균등액으로 취득가액을 회수하는 경우의 취득가액에 대한 비율로 설비의 취득가액을 평가하는 방법이다. 이에 본 연구에서는 단순 감가상각비용이 아니라 차량에 자본회수계수를 적용한 비용을 산정하였다.

따라서 차량관련 비용은 다음과 같이 계산된다.

$$\begin{aligned} \circ \text{ 차량관련 비용} &= [\text{버스유형별 차량가격(취득가액-잔존가액)} \\ &\quad \times \text{자본회수계수} \times \text{버스유형별 보유대수}] \end{aligned}$$

여기서 버스유형별 차량가격<sup>92)</sup>은 일반버스는 80,390,755원, 좌석

---

92) 버스유형별 취득가격은 2008년 등록차량 중 대표차종의 취득가액을 기준으로 산정하였다.

및 직행좌석버스는 80,681,564원을 적용하였다. 이때 차량가격은 실제 업체별로 구입 시기에 따라 차이가 있겠으나 비용함수 추정의 전제를 고려할 때 운송사업자가 운송서비스를 제공하기 위하여 직접 공여하고 있는 자산의 가액을 조사시점에 시장가치에 의한 적정 투자금액으로 산정하여야 하므로, 여객버스운송업의 주요한 영업자산인 버스차량에 한해서는 신규취득가액으로 평가하는 것이 바람직하다고 판단하였다.<sup>93)</sup>

CNG버스와 경유버스도 가격차이가 있지만 그 차액을 매칭펀드(정부:지자체)로 지원해주므로 차량가격의 차이는 없는 것으로 가정하였고<sup>94)</sup>, 단지 일반버스와 광역버스만 차량가격에 차등을 두었다. 차량의 잔존가액은 대당 2,879,487원<sup>95)</sup>을 적용하였고 이는 모든 업체에 공통적으로 적용하였다. 자본회수계수는 식[IV-1]과 같이 계산된다.

$$\text{자본회수계수} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad [\text{IV-1}]$$

여기서 내용년수( $n$ )는 9년<sup>96)</sup>,

적정투자보수율( $i$ )는 8.3%

---

93) 차량가액의 경우 우리나라 운수업체의 상당수가 금융기관과의 거래유지 및 세무상의 문제 때문에 분식결산을 하는 경우가 많아 객관성을 상실한 장부가액을 시가의 대치가액으로 이용하는 것은 불합리하다. 이는 최근 시내버스 차량의 현대화, 고급화를 감안할 때 수년전의 차량가액이 적용된 장부가액은 역시 불합리하다고 할 수 있다.

94) 신차구입에 따른 차량가격을 비교해보면 CNG버스가 경유버스에 비해 약 20%정도 높다. 단 CNG버스의 경우에는 정부 및 지자체로부터 차량구입시 차량구입보조금 1850만원('09년 기준, 국비 925만원, 지방비 925만원)을 지원받고 있으므로, CNG버스의 실구매가격은 경유버스와 비슷한 수준이다.

95) 중앙경제연구원에서 자료구축시 적용한 차량 잔존가액으로 일반적으로 연식과 차의 상태에 따라 폐차금액은 차이가 나지만 보수적인 관점에서 고철값 정도로 산정된 금액이다.

96) 준공영제 정산시 인정되는 표준이용연수가 9년이다.

적정투자보수율은 건설교통부(2006), 『시외버스요금산정기준』<sup>97)</sup>에 의하면 직전 3개년 간의 자기자본에 대한 보수율과 타인자본에 대한 보수율을 육상여객운송업의 자기자본과 타인자본 구성비에 대해 가중평균하여 산정하도록 제시되어 있다.

자기자본보수율은 한국은행이 발표하는 『기업경영분석』 수익성 지표 중 운수업을 제외한 전체산업의 3개년 간 자기자본 영업이익률 평균을 적용하여 산출하였다. 자기자본보수율은 자기자본순이익률, 자기자본경상이익률, 자기자본영업이익률 등이 적용될 수 있는데, 『시외버스요금산정기준』에서는 자기자본순이익률 평균을 적용하도록 되어 있다. 그러나 영업외비용 중 대부분을 차지하고 있는 이자비용, 유가증권 및 투자자산 관련손실, 유형자산 관련손실 등을 원가에 산입하지 못하도록 규정하고 있고 영업외수익에서도 영업외수익의 대부분을 차지하고 있는 이자수익, 배당금수익, 유가증권 및 투자자산관련 이익과 유형자산 관련 이익 등을 원가에서 공제하지 못하도록 규정하고 있다. 따라서 자기자본보수율은 자기자본영업이익율을 적용하는 것이 합리적이라고 판단된다.

타인자본보수율은 『시외버스요금산정기준』에서는 직전회계년도 차입금에 대한 이자를 동 차입금의 평균월말잔액으로 나누어 구한 율에 “1-법인세율”을 곱한 세후 타인자본보수율로 하되, 타인자본에 대한 보수율 산정시 주주, 임원, 특수관계자에 대한 차입금 및 이자는 포함하지 않는 것으로 규정하고 있다. 하지만 적정원가 산정시 법인세 비용을 산입하지 아니하였으므로 세전타인자본보수율을 적용하였다. 최종적으로 산정된 자본회수계수는 <표 IV-4>에서 제시한 바와 같이 0.162 이다.

---

97) 국토교통부(2013), 『시내버스요금산정기준』도 동일한 내용이다.

<표 IV-4> 적정투자보수율의 산정결과

구분	2006	2007	2008
자기자본보수율(운수업 제외)(%)	11.92	12.05	12.38
육상여객운송업 자기자본 구성비(%)	21.76	21.91	22.95
타인자본보수율(육상여객운송업)(%)	7.62	7.08	6.92
육상여객운송업 타인자본 구성비(%)	78.24	78.09	77.05
년도별 적정투자보수율(%)	8.55	8.17	8.17
3개년 평균 적정투자보수율	8.30		

주: 1) 자기자본보수율은 운수업을 제외한 전체 산업의 자기자본영업이익율임.

2) 타인자본보수율은 육상여객운수업의 이자비용을 차입금 잔액 평균으로 나누어 산출함.

3) 연도별 적정투자보수율 = (자기자본보수율×자기자본구성비)  
+ (타인자본보수율×타인자본구성비)

한편 차량보험료는 책임보험료와 종합(대인+대물)보험료의 합으로 2008년 업체별 지급실적을 이용하였고, 사고보상비는 보험보상 이외 자체발생 비용실적으로 이 역시 지급실적을 이용하였다. 차고지 임대료, 주차료 등 기타차량 유지비와 수도광열비 등 기타관리비 역시 자본비용에 포함하였고, 업체별 지급실적으로 이용하였다. 자본가격은 자본비용을 차량대수로 나눈 대당 가격을 이용한다.

### 3) 도시 더미변수

본 자료는 서울시를 포함하여 7개의 대도시 자료이므로 도시 더미변수를 통해 도시 간 이질성을 제어하고자 한다. 그러나 도시 모두를 각각의 더미로 처리할 필요는 없다. 또한 너무 많은 변수는 추정

의 효율성을 낮추기 때문에 7개의 도시를 적절하게 묶어서 더미변수의 수를 줄일 필요가 있다.

본 연구에서는 두 단계를 거쳐 지역더미를 그룹화하였다. 첫 번째, 모든 도시더미변수를 포함한 비용함수를 추정하고, 그 계수값의 차이에 대한 Wald 검정을 통해 그룹화하였다. 7개의 더미변수를 포함하였을 때 각 계수추정치는 <표 IV-5>와 같다.

<표 IV-5> 도시 더미변수의 계수 추정결과

도시	더미변수	계수추정치
부산(Busan)	dum_code_1	-0.029*
대구(Daegu)	dum_code_2	-0.135***
대전(Daejeon)	dum_code_3	-0.058***
광주(Gwangju)	dum_code_4	-0.141***
인천(Incheon)	dum_code_5	-0.100***
서울(Seoul)	dum_code_6	-
울산(Ulsan)	dum_code_7	-0.140***

주: 서울의 더미변수는 base로 추정되지 않음.

\*는 유의수준 10%, \*\*는 5%, \*\*\*는 1%임.

다음으로 추정된 계수값의 유의미한 차이가 존재하느냐에 대한 Wald 검정을 각 더미의 쌍별로 모두 수행하였다. 다만 서울과 부산은 관찰점의 수가 많고 우리나라 수도와 제2의 도시이므로 다른 도시와 묶어서 분석하기 보다는 별도의 더미로 구분하였다. 따라서 서울과 부산을 제외한 나머지 도시 더미들 쌍별로 계수값의 차이에 대한 Wald 검정결과는 <표 IV-6>과 같이 나타났다.



<표 IV-6> 도시 더미변수의 계수추정치에 대한 쌍별 Wald 검정결과

도시	도시	chi2 (p-value)	가설검정결과
대구	대전	8.39 (0.0038)	rejected
	광주	0.06 (0.8099)	accepted
	인천	1.72 (0.1898)	accepted
	울산	0.02 (0.9002)	accepted
대전	광주	6.78 (0.0092)	rejected
	인천	2.58 (0.1080)	accepted
	울산	3.65 (0.0563)	accepted
광주	인천	1.67 (0.1962)	accepted
	울산	0.00 (0.9812)	accepted
인천	울산	0.89 (0.3451)	accepted

주: 예 (H0)  $\text{dum\_code\_2} - \text{dum\_code\_3} = 0$

도시 더미 쌍별 Wald 검정결과 대구-광주-인천-울산, 대전-인천-울산으로 그룹화되는데, 인천과 울산은 두 개의 그룹에 다 속할 수 있으므로 두 번째로 비용구조에 가장 크게 영향을 주는 요인이 산출량과 산출량 구성비율임을 파악하고 도시 더미변수를 산출량 구성비율을 기준으로 설정하였다.

본 연구에 포함된 159개의 시내버스업체들 중에서 54개의 업체만이 일반버스와 광역버스를 함께 운행하고 105개의 업체들은 시내일반버스만을 운행한다. 따라서 도시별로 일반버스만을 운행하는 업체가 차지하는 비중으로 근거로 다음과 같이 구분하였다.

- ① 그룹 내의 업체 수는 30개 이상이 되게 한다.
- ② 대구, 광주, 울산은 일반버스만 운행하는 업체의 비중이 상대적으로 낮다.
- ③ 인천과 대전은 각각 하나의 업체를 제외하고는 모두 일반버스만 운행한다.<sup>98)</sup>

따라서 최종적으로 <표 IV-7>과 같이 대구-광주-울산이 region1, 인천-대전은 region2로 그룹화하였다.

<표 IV-7> 도시 더미변수의 설정

더미변수	도시	N(A)	일반버스만 운행하는 업체수(B)	(B)/(A)
	전체	159	105	66%
(Base)	서울	60	49	82%
Busan	부산	32	23	72%
region <sub>1</sub>	대구	23	3	13%
	광주	10	0	0%
	울산	3	1	33%
region <sub>2</sub>	인천	19	18	95%
	대전	12	11	92%

## 2. 자료의 기술적 분석

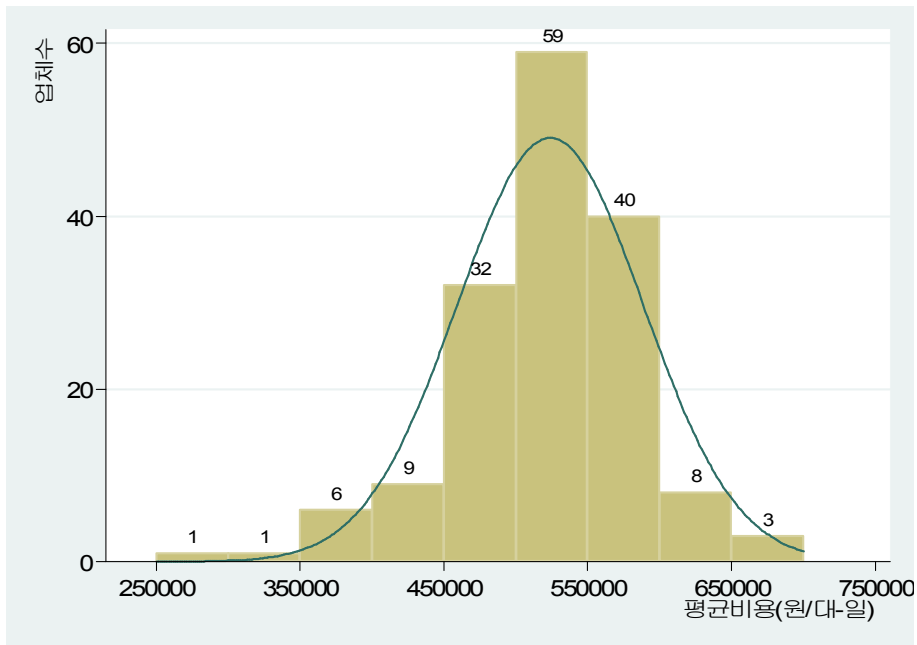
구축한 자료들을 기술적으로 분석함으로써 비용구조나 평균비용, 요소가격, 산출량 및 규모 등이 도시별로 어떠한 차이가 있는지를 이해할 수 있으며, V장의 분석결과를 해석하는 데도 도움이 될 수 있을 것이다. 즉 본 연구가 범위 및 규모의 경제성을 구명하는 것이기 때문에 자료의 기술적 분석도 이러한 값들을 대표할 수 있는 변수들에 대해 산출물 규모 및 산출량 구성비율, 도시 등에 따라 분석하였다.

98) 인천의 경우 광역버스는 주로 시외버스업체나 고속버스업체가 운행하고 있다.

자료의 기술적 분석은 비용구조의 파악을 위해 산출량과 요소별 기여도를 하나의 회계양식 같은 것으로 활용하는 방식으로 장점은 통계 계측의 정확성 및 일관성이고 단점은 운송비용을 구성하는 비용요소가 변화함에 따라 비용이 어떻게 변하는지 쉽게 파악할 수 없다는 점이다. 따라서 기술적 통계량 결과는 국내 시내버스운송업의 전체적이고 개략적인 특성을 파악하는데 국한하여 해석하여야 할 것이다.

### 1) 총비용과 요소점유율

대당 평균비용은 [그림 IV-1]과 같이 80%를 넘는 업체들이 45만원~60만원 사이에서 대당 평균비용을 갖는다.



[그림 IV-1] 시내버스업체의 대당 일일 평균비용의 분포

도시별 요소점유율과 총비용의 평균값은 <표 IV-8>에서 제시한 바와 같다. 노동 요소점유율이 60% 이상으로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 도시별 차이가 다른 요소점유율에 비해 큰 편이다. 인천과 울산은 2008년도에 준공영제를 시행하지 않았던 도시로서 준공영제를 시행하는 타 도시에 비해 노동 요소점유율이 작음을 알 수 있다. 따라서 준공영제가 노동비용에 영향을 줄 것으로 예상된다. 특히 서울의 경우 노동 요소점유율이 가장 높다.

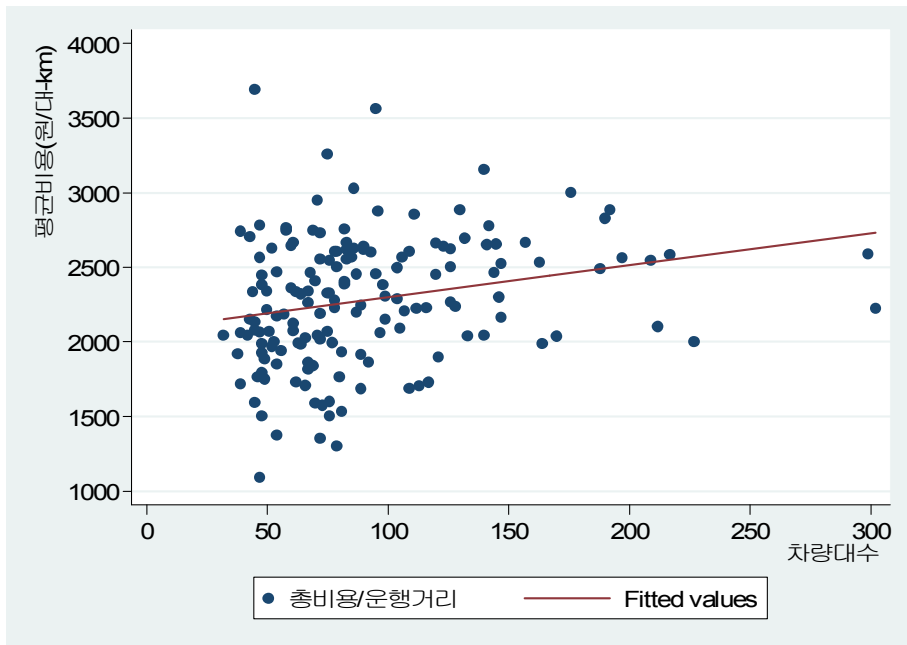
평균비용 역시 준공영제를 시행하지 않는 인천과 울산시의 경우가 낮다. 전체적으로 서울과 부산의 평균비용이 타 도시에 비해 높다. 2008년 기준 자료를 2012년 기준으로 변환한 경우 연료의 요소비중이 증가한 반면 자본의 요소점유율은 감소하고, 평균비용이 약 13% 상승하는 것을 알 수 있다.

<표 IV-8> 시내버스업체의 도시별 평균 요소점유율 및 비용

도시		요소점유율				대-km당 평균비용 (원/대-km)	대당 일일 평균비용 (원/대-일)
		노동	연료	정비	자본		
전 체	2008년	0.617	0.208	0.047	0.129	2,280	523,908
	2012년	(0.618)	(0.215)	(0.047)	(0.119)	(2,624)	(607,923)
서울		0.651	0.189	0.038	0.122	2,578	556,657
부산		0.604	0.227	0.047	0.122	2,366	572,563
대전		0.644	0.192	0.051	0.113	2,179	493,068
대구		0.605	0.228	0.052	0.115	1,907	495,311
광주		0.624	0.194	0.058	0.124	2,245	491,718
인천		0.524	0.229	0.057	0.190	1,819	416,460
울산		0.594	0.217	0.057	0.132	1,680	480,360

주: 전체 평균의 ( )안은 2012년도 기준으로 변환된 자료의 요소점유율과 평균비용을 나타낸 것임.

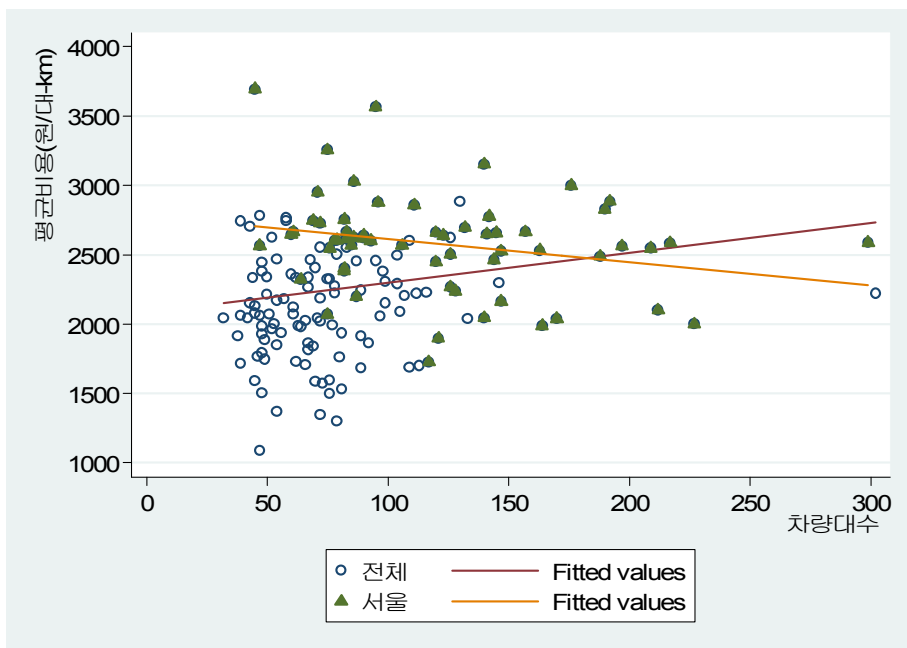
다음으로 시내버스운송업에 규모에 따른 비용구조의 차이가 존재하는지 파악할 필요가 있다. [그림 IV-2]에서는 규모에 따른 평균비용의 차이가 뚜렷하게 나타나지 않고 오히려 규모가 커질수록 평균비용이 커지는 것처럼 나타났다. 따라서 [그림 IV-2]만으로 판단하면 시내버스운송업에는 규모의 불경제가 존재하는 것처럼 보여진다. 그러나 V장에서 분석한 결과에 의하면 시내버스운송업에는 규모의 경제가 존재하는 것으로 나타났기 때문에 단순히 규모에 따른 평균비용의 추이만으로 규모의 경제성 여부를 판단하는 것은 잘못된 추론을 유도할 수 있음을 주의해야 한다.<sup>99)</sup>



[그림 IV-2] 시내버스업체의 규모와 대-km당 평균비용 간의 관계

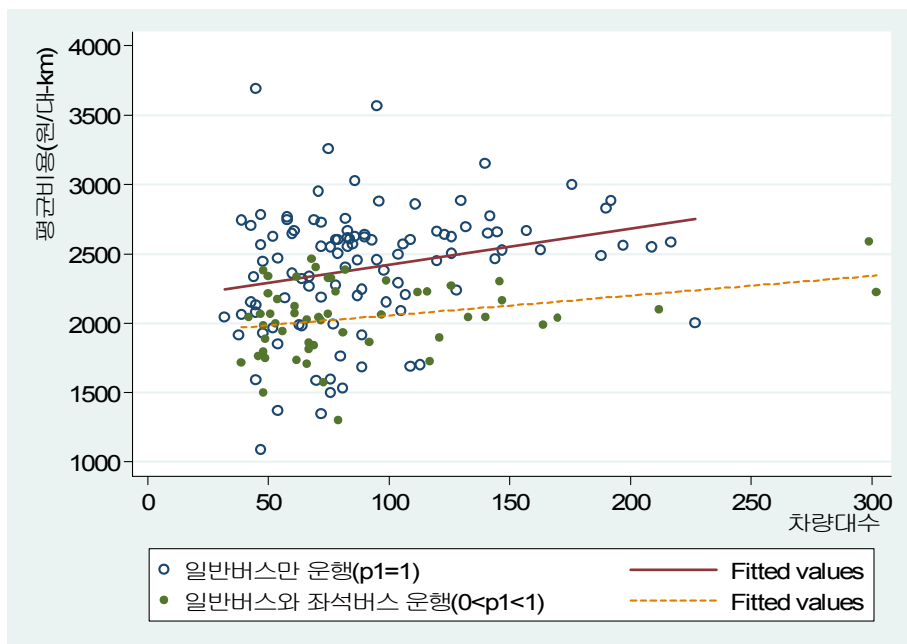
99) 국내의 버스운송업에 대한 연구보고서나 논문 등에서 상당수가 비용합수의 추정 없이 단순 산술평균의 추이만으로 규모의 경제성 여부를 판단하거나 준공영제의 효과 등을 기술하고 있는데 이러한 방식이 잘못된 결과를 호도할 수 있음을 주의해야 할 것이다.

이는 업체들의 평균비용이 규모에 따른 영향만 받는 것이 아니라 산출량 구성비율 및 도시 특성에도 영향을 받기 때문에 이러한 다른 요인들을 제약하지 않은 상태에서 단순 평균 비용만으로 규모의 경제성 여부를 판단하는 것은 무리라는 것을 보여준다. 예를 들어 전체를 대상으로 규모에 따른 평균비용을 도시하면 우상향하는 형태를 보이지만 서울만을 대상으로 하면 [그림 IV-3]과 같이 우하향하는 형태를 보이기도 한다.



[그림 IV-3] 시내버스업체의 규모와 대·km당 평균비용 간의 관계  
: 서울과 전체

[그림 IV-4]는 [그림 IV-2]에 산출량 구성비율을 고려하여 평균비용을 도시한 것이다. 대체적으로 일반버스만 운행하는 업체( $p_1=1$ )<sup>100)</sup>의 평균비용이 두 가지 버스를 모두 운행하는 업체( $0 < p_1 < 1$ )에 비해 높다. 이로써 일반버스의 대-km당 운행비용이 좌석버스보다 클 것이라는 예측이 가능하다.



[그림 IV-4] 시내버스업체의 규모 및 산출량 구성비율과  
대-km당 평균비용 간의 관계

100)  $p_1 = \frac{\text{일반버스 운행거리}}{\text{총버스 운행거리}}$  이므로 일반버스만 운행하는 업체는  $p_1=1.0$ 이 되고, 좌석버스의 운행비중이 커질수록  $p_1$ 은 작아진다.

산출량 구성비율에 따른 평균비용을 보다 자세히 살펴보기 위해 <표 IV-9>와 같이 일반버스만 운행하는 경우와 두 버스를 함께 운행하는 경우로 구분하였다. 일반버스만 운행하는 업체의 수는 159개 중에서 105개이고, 좌석버스까지 함께 운행하는 업체는 54개이다. 대-km당 비용을 살펴보면 일반버스만 운행하는 경우가 2,413원/대-km로 둘 다 운행할 경우의 2,069원/대-km보다 17%가량 더 크다. 이는 좌석버스의 대-km당 평균비용은 1823원으로 좌석버스의 평균비용이 더 낮기 때문이다.<sup>101)</sup>

<표 IV-9> 시내버스업체의 산출량 구성비율별 평균비용

구 분		Mean	Min	Max
p1=1 (N=105)	대-km당 비용(원)	2,413	1,089	3,694
	대당 일일 비용(원)	533,415	265,044	699,712
	대당 일일 산출량(km)	221	177	441
	차량대수(대)	92	32	227
0<p1<1 (N=54)	대-km당 비용(원)	2,069	1,301	2,589
	대당 일일 비용(원)	523,749	369,501	682,963
	대당 일일 산출량(km)	253	209	342
	차량대수(대)	90	39	302

101) 일반버스의 일일 대당 운행거리는 227km/대-일이고, 좌석버스의 경우는 292km/대-일이다. 즉 좌석버스의 운행거리가 더 길기 때문에 광역버스의 대-km당 평균비용이 더 낮은 것으로 나타난다.



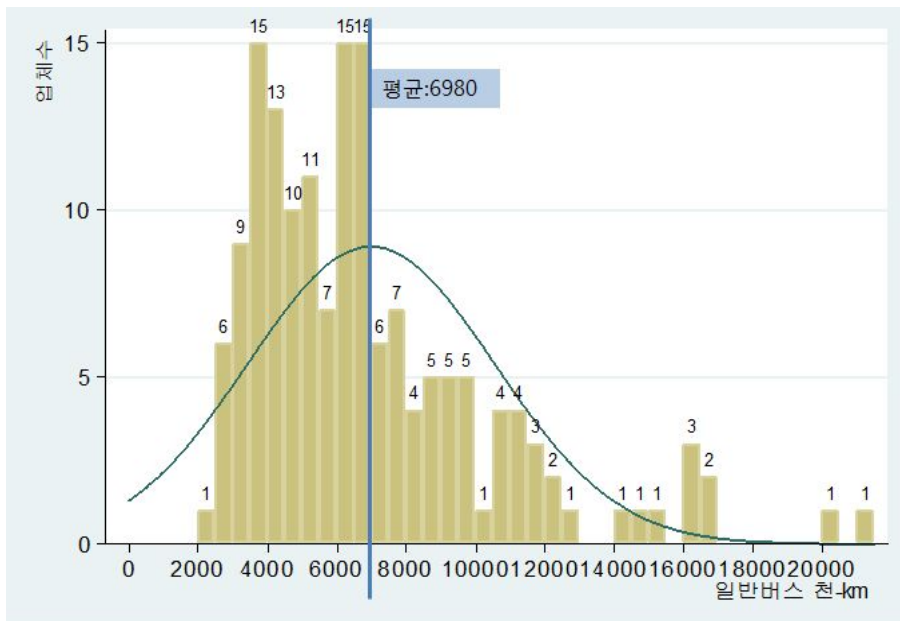
규모별 평균비용을 정리한 <표 IV-10>에 따르면 대-km당 비용은 규모에 따라 증가하다가 200대 이상에서는 감소한다. 그러나 단순 평균으로 대-km당 비용의 추이를 파악하기는 어렵다. 비용함수를 추정하고 그 결과를 이용하여 규모의 경제성 지수와 방사평균비용 곡선을 도출하여 이를 근거로 규모의 경제성 여부를 판단하는 것이 타당하다.

<표 IV-10> 시내버스업체의 규모별 대-km당 평균비용 (단위: 원/대-km)

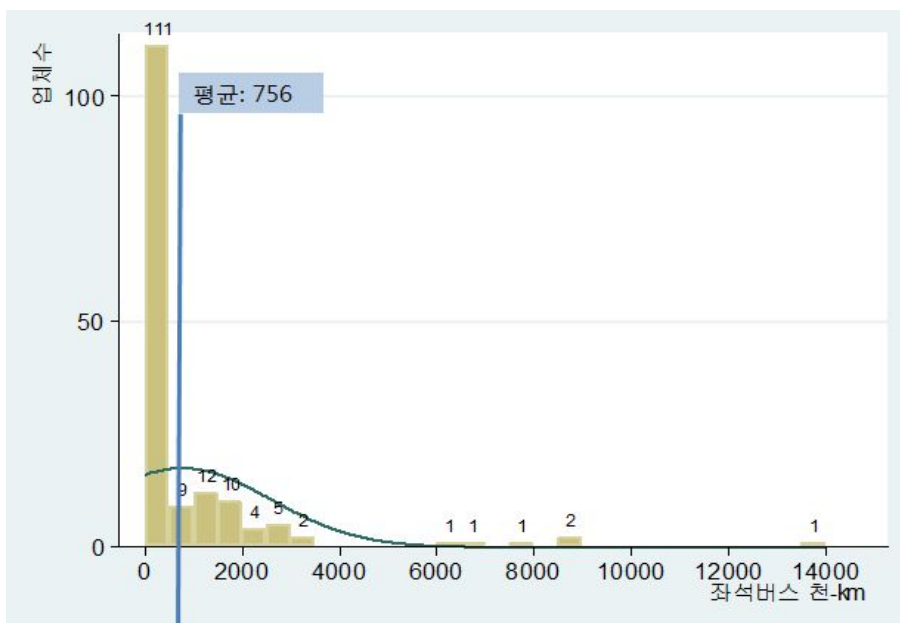
차량대수	업체 수	Mean	Min	Max
32~50대	28	2,132	1,089	3,694
51~100대	84	2,255	1,301	3,564
101~150대	32	2,385	1,689	3,153
151~200대	9	2,554	1,988	2,999
201대~	5	2,389	2,002	2,589

## 2) 산출물의 분포 특성

일반버스-km와 좌석버스-km의 분포는 [그림 IV-5]와 [그림 IV-6]에서 알 수 있듯이 좌석버스-km의 경우 왼쪽으로 치우쳐 있는 것으로 나타났다. 이러한 분포 특성은 산출물에 대해 삼각함수항을 도입하는 근거가 된다. 만약 비용함수에 포함되는 변수들의 평균점이 그 변수값들을 잘 대표한다면 굳이 전역적 근사함수인 푸리에 함수형태가 아니라 국지적 근사함수인 초월대수 함수형태를 이용하여도 무방할 것이다. 하지만 변수값의 분산이 크거나 분포의 형태가 정규분포와 크게 상이하다면 초월대수 함수형태를 적용한 비용함수의 추정결과는 해당 자료 전체를 대표하기 어려울 것이다.



[그림 IV-5] 시내버스업체의 일반버스-천km 분포



[그림 IV-6] 시내버스업체의 좌석버스-천km 분포

따라서 본 연구에서는 비용함수에 포함되는 종속변수인 총비용과 산출물 변수, 요소가격변수들의 분포형태를 검토하여 사전적으로 초월대수 함수형태가 적합할지 푸리에 함수형태가 적합할지 판단해보고자 한다.

<표 IV-11> 변수별 기술적 통계량의 개요

변수	평균 (mean)	표준편차 (std. dev)	왜도 (skewness)
총비용(억원)	177.00	98.60	1.58
일반버스-천km	6979.98	3559.04	1.49
좌석버스-천km	756.26	1810.03	4.15
노동요소가격 (백만원/기사·관리원-년)	39.44	5.23	-0.48
연료요소가격 (원/대-km)	465.70	70.41	0.17
정비요소가격 (백만원/정비원-년)	84.35	27.35	1.89
자본요소가격 (백만원/대-년)	24.17	4.25	1.48

자료의 평균 대비 표준편차의 크기와 왜도(skewness)<sup>102)</sup>를 검토한 결과 좌석버스-km의 경우 평균값이 756.26천-km인데, 표준편차가 1,810.03천-km로 나타났으며, 왜도 역시 다른 변수값들에 비해 상당히 크게 나타났다. 이는 좌석버스-km은 평균점에서 근사하는 초월대수 함수형태로는 자료의 특성을 반영할 수 없음으로 의미한다. 따라서 전역적 근사가 가능한 푸리에 함수형태의 선정이 적절하

102) 왜도는  $-\infty \sim \infty$  사이의 값을 가지며, 0이면 좌우 대칭분포이다. 정규분포의 경우 왜도가 0이 된다. 만약 왜도가 (-)의 값을 가지면 왼쪽 꼬리가 길고, (+)의 값을 가지면 오른쪽 꼬리가 긴 분포이다.

다고 판단된다.

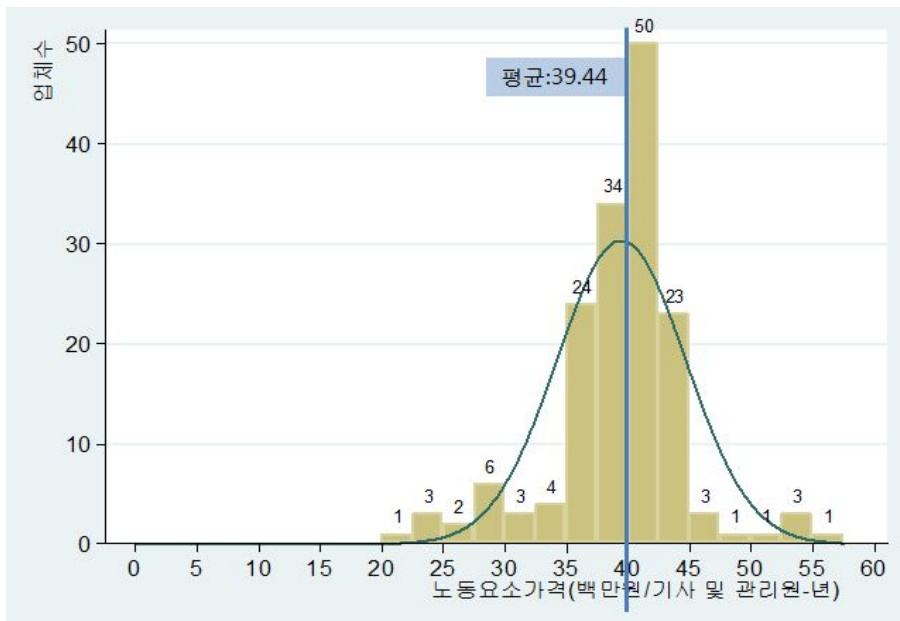
좌석버스-km의 표준편차와 왜도가 큰 이유는 시내좌석버스의 경우 도시 간을 운행하므로 인허가 절차가 시내일반버스에 비해 까다롭기 때문에<sup>103)</sup> 진입장벽이 존재하고 운행업체의 수도 많지 않기 때문인 것으로 추론하였다. 따라서 시내일반버스만 운행하는 업체를 대상으로 비용함수를 추정하거나, 시내버스운송업의 산출물을 단일 산출물로 하여 비용함수를 추정할 경우에는 초월대수 함수형태를 이용하여도 무방하지만 좌석버스 산출물을 추가하여 다수산출물 비용함수를 추정할 경우에는 전역적인 근사가 가능한 푸리에 함수형태가 더 적절할 것으로 판단된다.

### 3) 생산요소의 투입량과 요소가격

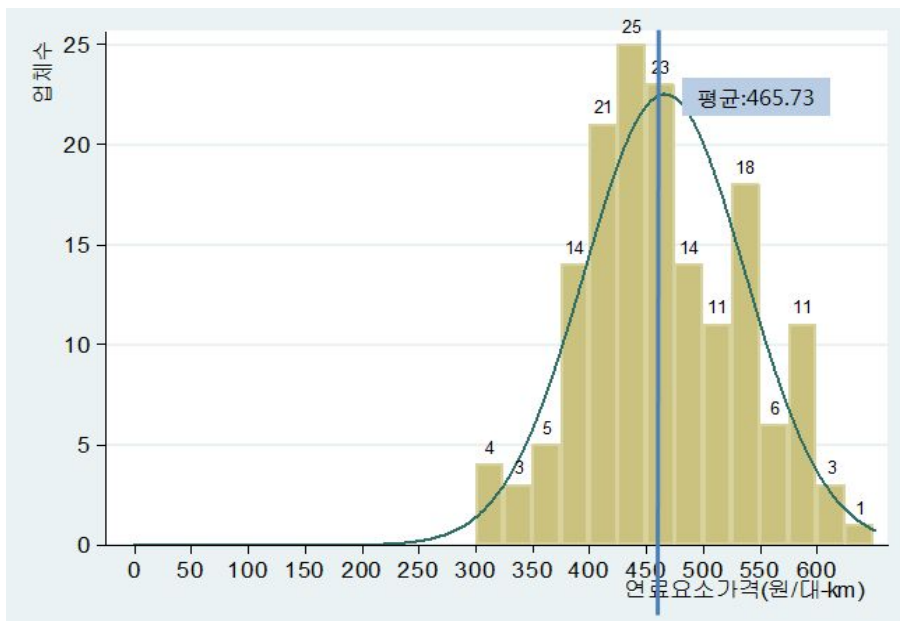
생산요소가격의 분포는 [그림 IV-7]~[그림 IV-10]과 같다. 노동요소가격의 경우 80% 이상의 업체들이 35~45(백만원/운전기사 및 관리원-년) 사이에 분포하고 있다. 연료요소가격은 70%의 업체들이 400~550(원/대-km)에 분포하고 있으며 정비요소가격의 경우 70%의 업체들이 60~100(백만원/정비원-년)에 분포하고 있다. 마지막으로 자본요소가격은 80%의 업체들이 20~30(백만원/대-년)에 분포하고 있다.

---

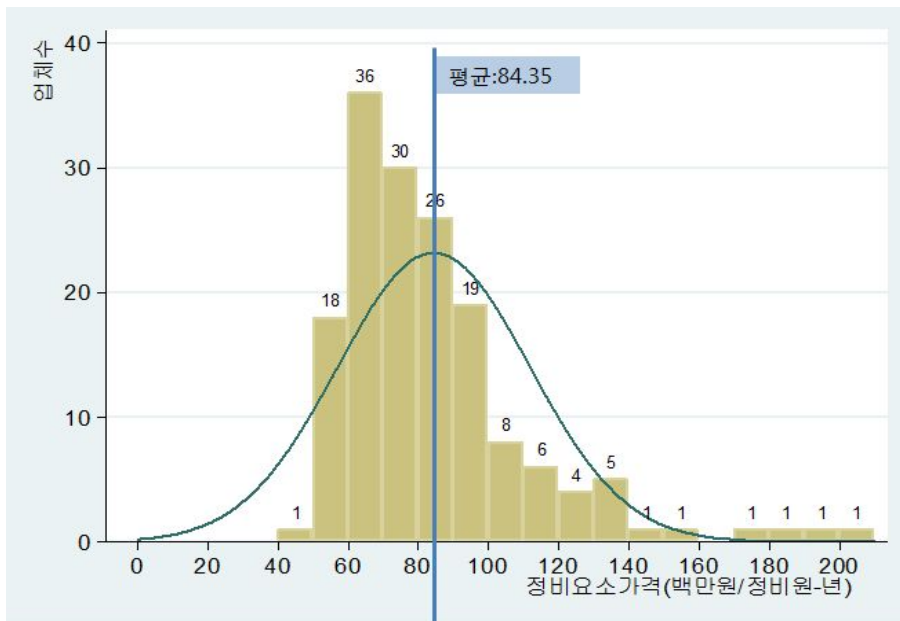
103) 시내일반버스의 경우는 해당 지자체의 허가만 있으면 된다. 반면 광역버스는 노선을 경유하는 지자체 간의 협의가 필요하지만, 이에 대한 협조가 잘 이루어지고 있지는 않은 것으로 알려져 있다.



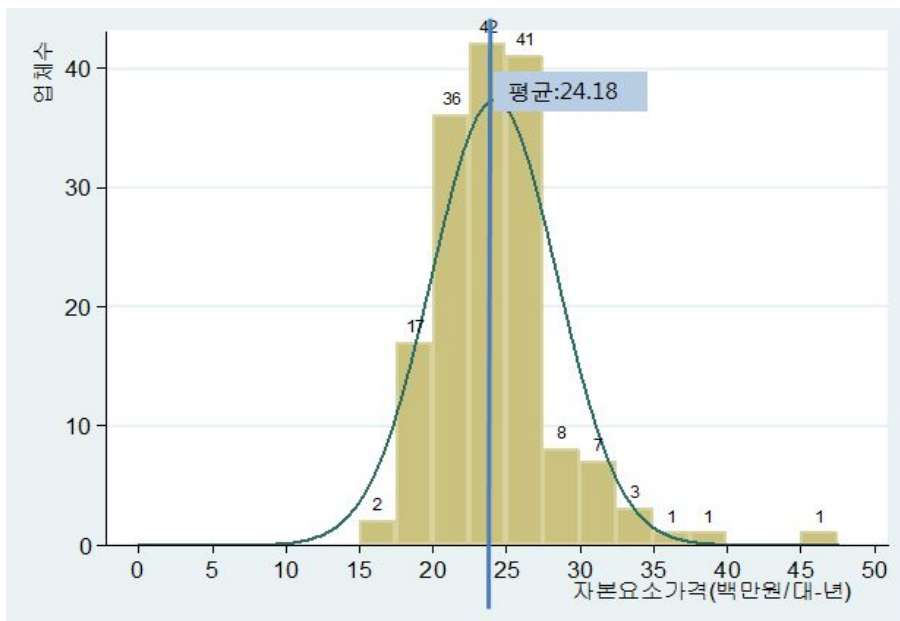
[그림 IV-7] 노동요소가격의 분포



[그림 IV-8] 연료요소가격의 분포



[그림 IV-9] 정비요소가격의 분포

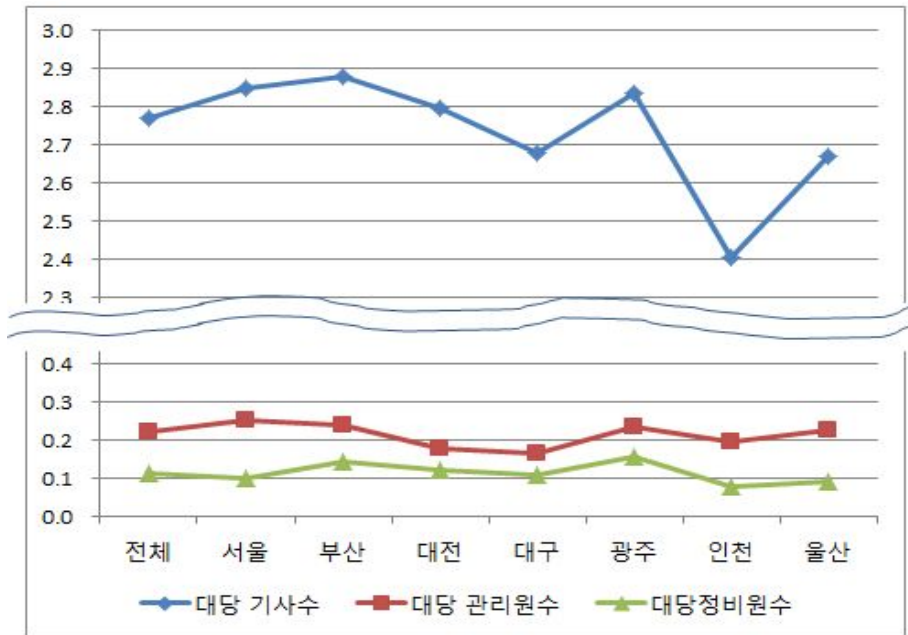


[그림 IV-10] 자본요소가격의 분포

비용함수 추정에 이용된 생산요소 투입량의 도시별 차이를 살펴보면 <표 IV-12>와 같다. 먼저 기사 및 관리원 수는 서울의 차량대수가 122대로 가장 많기 때문에 기사 및 관리원 수 역시 가장 많다. 도시별로 요소투입이 효율적으로 이루어지고 있는지를 파악하기 위해 대당 투입량을 구한 결과 기사 수와 관리원 수는 서울과 부산, 광주가 전국 평균에 비해 다소 높은 수준으로 나타났다. 광주는 정비원수 역시 제일 높은 수준으로 제일 낮은 인천의 2배이다. 인천과 울산은 준공영제 미 실시 도시로 준공영제를 실시하는 도시에 비해 요소투입량이 적다. 대당 운행거리는 울산과 대구가 높은 편이다. 전반적으로 광주의 경우가 산출량 대비 투입량 비중이 높은 편으로 판단된다.

<표 IV-12> 시내버스업체의 도시별 평균 생산요소 투입량

도시	투입량				대당 투입량			
	기사, 관리원 (인)	정비원 (인)	연간 운행거리 (천km)	차량 대수 (대)	기사 (인/대)	관리원 (인/대)	정비원 (인/대)	1일 운행거리 (km/대)
전체	256	10	7736.2	91	2.77	0.22	0.11	234.72
서울	348	12	9876.3	122	2.85	0.25	0.10	219.26
부산	219	11	6828.5	76	2.88	0.24	0.14	247.90
대전	205	9	6031.2	73	2.80	0.18	0.12	227.47
대구	159	6	5599.8	59	2.68	0.17	0.11	261.56
광주	271	15	7628.9	95	2.83	0.24	0.16	219.27
인천	174	6	6152.2	71	2.40	0.20	0.08	233.19
울산	210	7	8207.9	78	2.67	0.23	0.09	287.80



[그림 IV-11] 시내버스업체의 도시별 대당 평균 기사, 관리원 및 정비원수

생산요소가격은 <표 IV-13>에서 제시하였다. 노동요소가격은 서울이 높고, 연료요소가격은 부산이 높은 데, 이는 서울의 경우 운전 기사 인건비가 다른 도시에 비해 높고, 연료의 경우 서울과 부산이 교통혼잡으로 운행거리당 연료소모량이 높기 때문이다. 정비요소가격은 인천과 울산이 높는데, 이는 두 도시의 정비원 수가 다른 도시에 비해 낮은 수준이므로 정비원당 정비비용인 요소가격이 높게 나타난 것이다. 자본요소가격은 대도시이거나 수도권인 서울, 부산, 인천이 높은 수준이다.

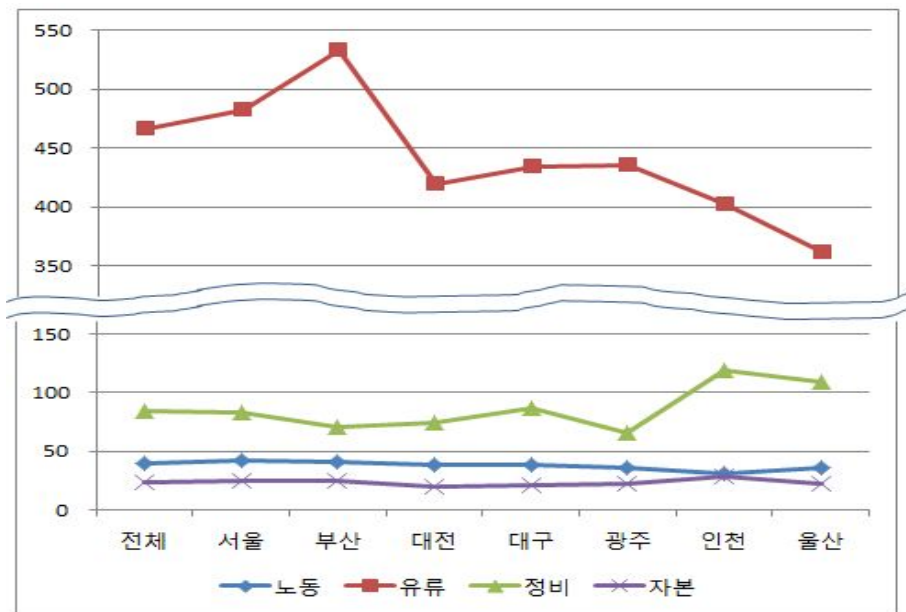
[그림 IV-12]에서 도시별 요소가격의 추이를 살펴보면 노동과 자본 가격은 대체로 안정적인데 비해 연료 및 정비는 도시별 편차가 나타난다.



<표 IV-13> 시내버스업체의 도시별 평균 요소가격

도시	요소가격			
	노동 (백만원/기사· 관리원-년)	연료 (원/대-km)	정비 (백만원/정비원- 년)	자본 (백만원/대-년)
전체	39.441	465.734	84.353	24.175
서울	42.702	481.976	83.619	24.719
부산	40.462	532.528	70.307	25.428
대전	39.018	418.974	74.257	20.314
대구	38.538	433.811	86.886	20.661
광주	36.425	435.410	65.946	22.318
인천	30.929	402.556	119.430	28.216
울산	35.940	361.412	109.011	22.902

(단위: 노동, 정비, 자본은 백만원, 연료는 원)



[그림 IV-12] 시내버스업체의 도시별 평균 요소가격

다음은 산출량 구성비율에 따른 투입량과 요소가격의 추이를 살펴 보고자 한다.

<표 IV-14> 산출량 구성비율별 평균 생산요소 투입량과 요소가격

변수		일반버스만 운행 ( $p1=1$ )	일반버스와 좌석버스 함께 운행( $0 < p1 < 1$ )	전체
업체수		105	54	159
대당 투입량	기사수	2.77	2.77	2.77
	관리원수	0.23	0.21	0.22
	정비원수	0.11	0.12	0.11
요소 가격	노동(백만원/기사·관리원-년)	39.8	38.7	39.4
	연료(원/대-km)	475.0	448.0	466.0
	정비(백만원/정비원-년)	85.2	82.7	84.4
	자본(백만원/대-년)	24.8	22.9	24.2

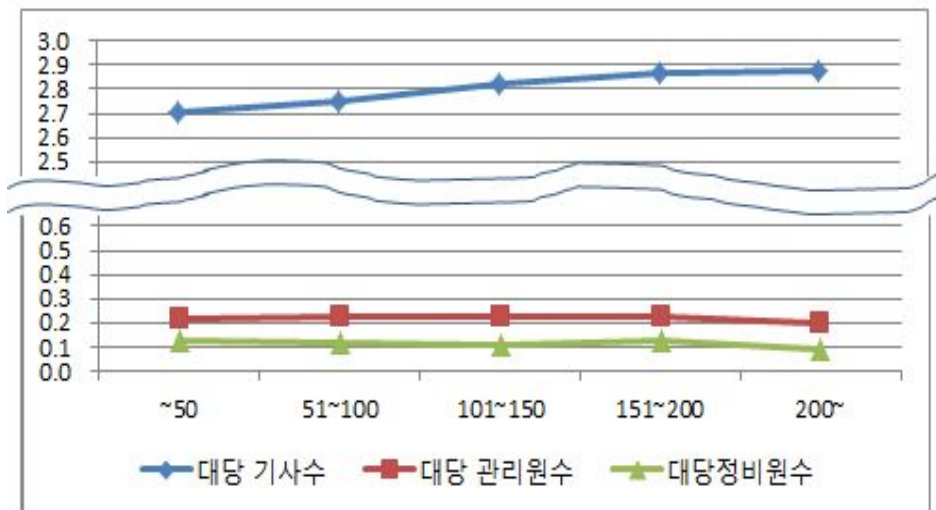
일반버스와 좌석버스 둘 다 운행하는 업체와 일반버스만 운행하는 업체 간의 대당 기사 수는 동일하고, 대당 관리원 수는 일반버스만 운행하는 경우가 더 많고, 대당 정비원 수는 반대로 일반버스만 운행하는 경우가 더 적다. 하지만 그 차이는 미미한 수준이다. 한편 요소가격은 전반적으로 일반버스만 운행하는 경우에 더 높다. 그 이유는 앞서 언급하였듯이 좌석버스의 요소가격이 일반버스에 비해 낮기 때문이다.

규모에 따른 요소투입량과 요소가격은 <표 IV-15>에서 알 수 있듯이 대당 기사 수는 규모가 커질수록 점점 증가하다가 150대 이상에서는 2.87명으로 더 이상 증가하지 않는다. 대당 관리원 수는 증가하다가 200대 이상에서 감소하고 대당 정비원수는 규모가 증가함에 따라 감소한다. 한편 대당 일평균 운행거리는 50대 이하의 소규

모에서 245km로 가장 길지만 150대를 변곡점으로 하여 다시 증가한다. 따라서 요소투입에 있어서는 규모가 커질수록 일정하게 증가 또는 감소추세가 존재하기보다는 중간규모보다는 차라리 소형이나 대형업체가 요소투입량이 작은 것을 알 수 있다. 이러한 특성이 비용구조에 어떠한 영향을 미칠지는 비용함수 추정을 통해 보다 정확히 파악할 수 있을 것으로 예상된다.

<표 IV-15> 시내버스업체의 규모별 대당 평균 요소투입량

구분	기사수	관리원수	정비원수	일평균 운행거리 (km/대-일)
50대 이하	2.71	0.21	0.13	245.06
51~100	2.75	0.23	0.11	235.90
101~150	2.82	0.23	0.11	225.96
151~200	2.87	0.23	0.12	226.19
200 이상	2.87	0.20	0.09	229.46



[그림 IV-13] 시내버스업체의 규모별 대당 평균 요소투입량

규모에 따른 요소가격은 <표 IV-16>과 같이 노동, 연료 및 자본 가격은 증가하다가 200대 이상에서 감소하고, 정비는 200대 이상에서 급격히 증가한다.

<표 IV-16> 시내버스업체의 규모별 평균 생산요소가격

구분	평균 요소가격			
	노동 (백만원/기사 · 관리원-년)	연료 (원/대-km)	정비 (백만원/정비원 -년)	자본 (백만원/대-년)
50대 이하	38.19	465	79.70	22.88
51~100대	38.94	466	85.27	24.64
101~150대	40.38	462	86.27	23.98
151~200대	43.39	486	76.17	25.36
200대 이상	41.34	449	95.36	22.96

#### 4) 산출량 구성비율(p1)과 차량대수

시내버스운송업의 비용특성은 산출량 구성비율과 산출량 규모에 가장 크게 영향을 받는다.<sup>104)</sup> 산출량 구성비율(p1)은 일반버스 운행 거리/총버스 운행거리로 설정하고, 산출량 규모는 차량대수로 나타내기로 한다. 산출량이 운행거리임에도 불구하고 차량대수로 표현하는 이유는 첫째, 운행거리와 차량대수가 정비례관계이고, 둘째, 산출량 보다 업체규모에 대한 이해가 쉽기 때문이다.

시내버스업체들의 산출량 구성비율 및 차량대수의 분포는 대칭적인 형태가 아니고 한쪽으로 치우친 분포를 가지고 있으며 분산이

104) 규모의 경제성 지수 및 비용보완성 지수 등에 영향을 미치는 요인 분석결과 산출량 구성비율과 산출량 규모가 미치는 영향이 크다. 반면 요소가격이 미치는 영향은 미미한 수준이다.

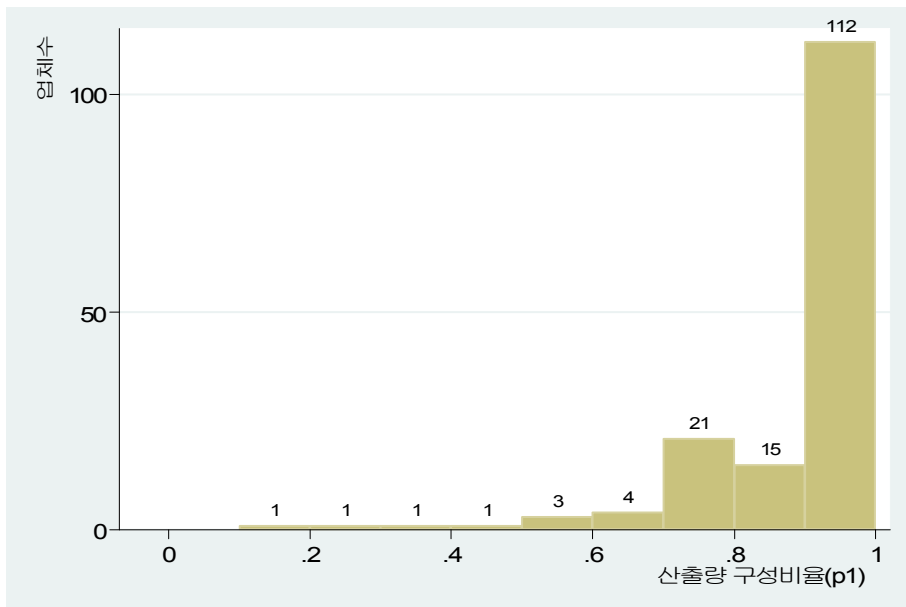
크기 때문에 단순산술평균보다는 50% quantile인 중앙값이 더 표본의 특성을 잘 나타낼 수 있다. 한편으로는 0이 많을 경우 중앙값이 0이 될 수도 있어 평균값도 필요하다. 따라서 본 연구에서는 기초통계량 분석시 중앙값과 평균값을 함께 제시하도록 한다.

<표 IV-17>에서 알 수 있듯이 159개의 업체들 가운데 105개의 업체가 일반버스만 운행하기 때문에  $p1=1$ 의 값을 갖고, 54개의 업체만이  $0 < p1 < 1$ 의 값을 갖는다. 일반버스와 좌석버스를 함께 운행하는 업체들의 산출량 구성비율 중앙값은 0.79이다.

<표 IV-17> 시내버스업체의 산출량 구성비율( $p1$ ) 분포

$p1$	업체수	$p1(\text{mean})$	$p1(\text{median})$
0.11~0.20	1	0.76	0.79
0.21~0.30	1		
0.31~0.40	1		
0.41~0.50	1		
0.51~0.60	3		
0.61~0.70	4		
0.71~0.80	23		
0.81~0.90	13		
0.91~1.0	7		
1	105	1.00	1.00

$p1$ 의 분포를 살펴보면 2/3가 1의 값을 갖기 때문에 아래와 같이 오른쪽에 치우쳐 있다. 따라서 시내버스운송업은 시내일반버스만 운행하는 업체와 둘 다 운행하는 업체로 구성되어 있으며, 둘 다 운행할 경우에도 일반버스의 비중이 상당히 큰 것을 알 수 있다. 또한 좌석버스만 운행하는 업체는 표본에 없다.



[그림 IV-14] 시내버스업체의 산출량 구성비율(p1) 분포

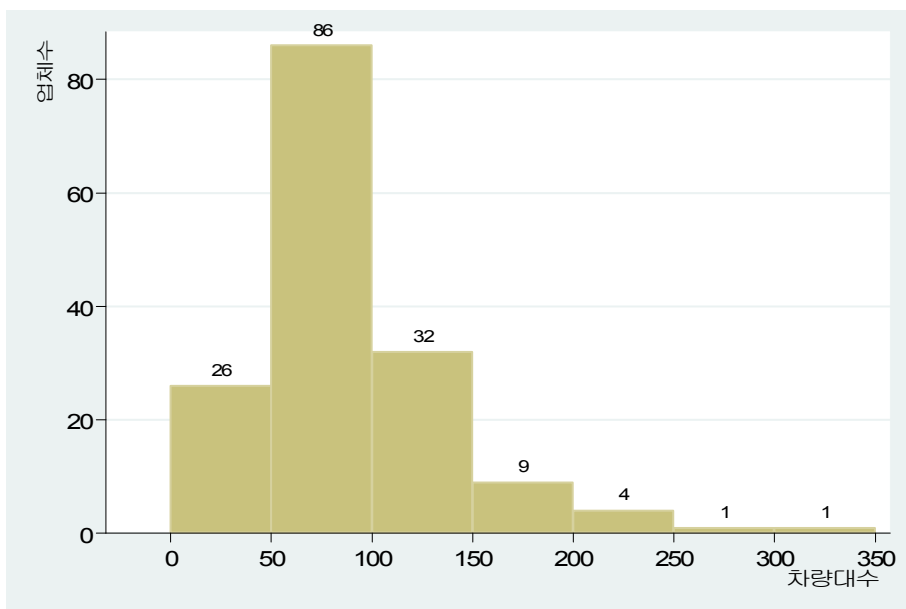
시내버스업체의 규모는 <표 IV-18>과 같이 100대 이하가 70%를 차지한다.

<표 IV-18> 시내버스업체의 차량대수 분포

차량대수	업체수	누적비율(%)	차량대수(대, 중위값)	
32~49대	26	16%	68	78
50~99대	86	70%		
100~149대	32	91%	130	
150~199대	9	96%		
200~249대	4	99%	222	
299대	1	99%		
302대	1	100%		

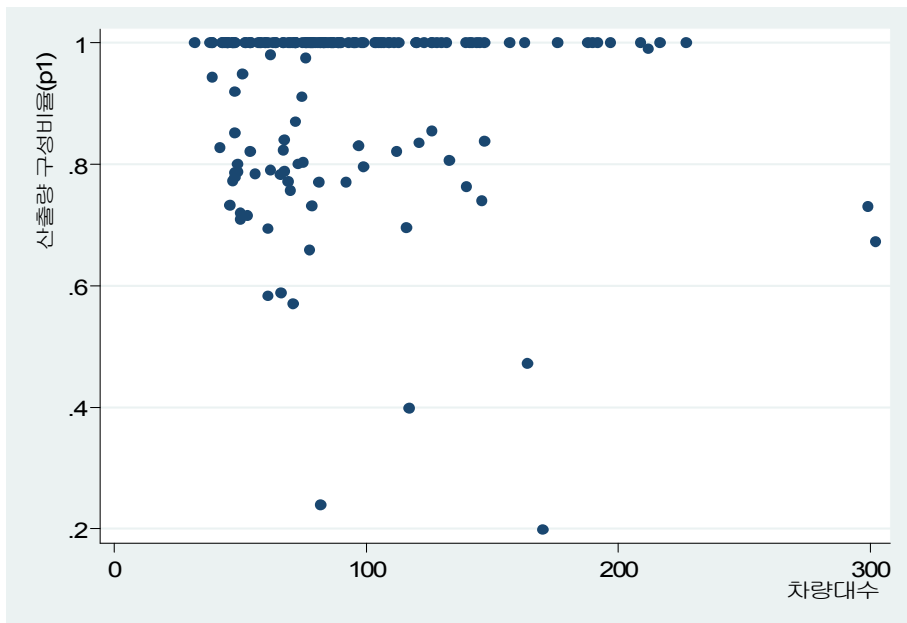
즉 50~100대의 보유대수를 갖는 업체가 가장 많으며, 200대 이상 업체는 6개에 불과하다. 따라서 전체 업체의 보유대수 중앙값은 78대이다. 한편 302대의 차량을 보유하고 있는 업체는 광주업체(대창운수)이며, 이 업체를 제외하고 150대 이상의 차량을 보유한 14개의 대형업체는 모두 서울소속이다.

차량대수의 분포는 [그림 IV-15]와 같이 왼쪽에 치우친 형태이다.



[그림 IV-15] 시내버스업체의 차량대수 분포

산출량 구성비율과 규모 간의 관계는 [그림 IV-16]와 같이 산출량 구성비율과 차량대수 간에는 특별한 관계가 나타나지 않는다. 다만 일반버스만 운행하는 경우( $p1=1.0$ )와 일반버스와 좌석버스를 함께 운행하는 경우( $0 < p1 < 1$ )의 차량대수를 살펴보면 평균은 두 그룹 간에 유사하지만 중앙값(median)은 차이가 있다. 이는 두 가지 유형의 버스를 모두 운행하는 경우 차량대수의 분산이 더 크기 때문이다.



[그림 IV-16] 시내버스업체의 차량대수와 산출량 구성비율(p1) 산포도

<표 IV-19> 시내버스업체의 산출량 구성비율(p1)별 업체수와 차량대수

산출물 구성비율	업체수	차량대수 (mean)	차량대수 (median)	차량대수 (range)
일반버스만 운행(p1=1)	105	92	83	32~227
일반버스와 좌석버스 함께 운행(0<p1<1)	54	90	71	39~302

이상의 결과를 종합하여 업체유형별로 산출량 구성비율 및 산출량 규모를 정리하면 <표 IV-20>과 같다.



<표 IV-20> 시내버스업체의 유형별 산출량 및 산출량 구성비율 특성

구분		시내버스업체					
		전체 업체		일반버스만 운행		둘 다 운행	
		N=159		N=105		N=54	
		천대-km	차량수	천대-km	차량수	천대-km	차량수
산출량	$\bar{Y}$	7736.24	92	7447.15	92	8298.36	90
	$\bar{Y}_1$	6979.98	84	7447.15	92	6071.59	69
	$\bar{Y}_2$	756.26	7	-	-	2226.77	21
	Ymin	2767.70	32	2767.70	32	3663.08	39
	Ymax	24200.39	302	21318.31	227	24200.39	302
산출물 구성비율				1.000		$p1_{median}=0.79$	

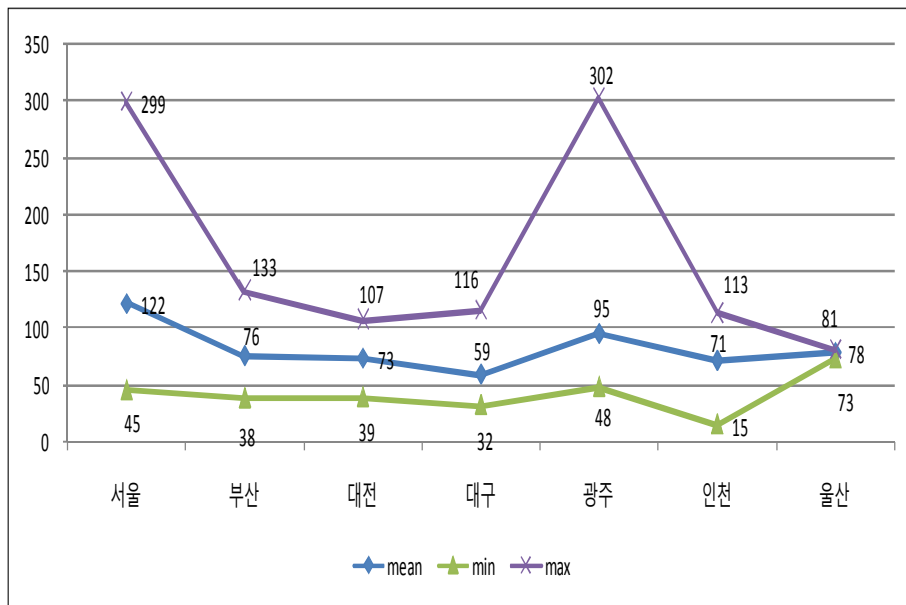
일반버스만 운행하는 경우는 둘 다 운행하는 경우보다 산출량 규모는 11% 정도 더 작지만 대당 산출량이 더 작기 때문에 차량대수는 일반버스만 운행하는 경우가 미미하긴 하지만 더 많다. 도시별 차량보유대수 검토 결과 서울의 업체가 122대로 타 도시에 비해 대형업체임을 알 수 있다. 대구업체는 평균보유대수가 59.4대로 타 도시에 비해 소규모이다. 서울과 대구를 제외한 타 도시는 평균보유대수가 70~80대 사이에 존재한다.<sup>105)</sup>

도시별로 버스업체의 유형을 살펴보면 광주는 시내일반버스와 좌석버스를 모두 운행하는 업체만이 존재하고, 대구 역시 둘 다 운행하는 업체의 비중이 87%이다. 대전과 인천은 일반버스만 운행하는 업체의 비중이 90%가 넘는다.

105) 광주시의 경우에도 302대를 보유한 하나의 대형업체를 제외하면 나머지 업체들의 평균보유대수 역시 72.42대로 타도시와 유사하다.

<표 IV-21> 시내버스업체의 도시별 차량대수 및 산출량 구성비율 특성

도시	차량대수 (mean)	차량대수 (median)	차량대수 (range)	p1 (평균)	업체수		
					전체	p1=1	비중
전체	92	78	32~302	0.90	159	105	66%
서울	122	119	45~299	0.91	60	49	82%
부산	76	72	38~133	0.93	32	23	72%
대전	73	75	39~107	0.98	12	11	92%
대구	60	51	32~116	0.82	23	3	13%
광주	95	61	48~302	0.72	10	0	0%
인천	71	70	45~113	0.98	19	18	95%
울산	79	81	73~81	0.86	3	1	33%



[그림 IV-17] 시내버스업체의 도시별 차량대수 특성

## 5) CNG 차량비율

2008년 기준 시내버스업체의 CNG 차량비율은 <표 IV-22>와 같이 전체평균에서는 약 51.5% 이고 도시별 차이가 큰 것으로 나타났다. 특히 준공영제를 시행하지 않는 인천시와 울산시의 CNG 차량비율이 높은 것으로 나타났다. 그러나 2011년 기준 자료와 비교하면 불과 3년 사이에 CNG 차량 차량보급률은 크게 상승한 것을 알 수 있다. 이는 신규차량 구입시 경유버스를 억제하고 CNG 버스를 장려하는 정책 때문이다.

<표 IV-22> 시내버스업체의 도시별 CNG 차량비율 변화

구분	전체	서울	부산	대전	대구	광주	인천	울산
2008년	0.515	0.571	0.177	0.582	0.514	0.606	0.777	0.759
2011년	0.911	0.986	0.667	0.908	0.976	0.997	0.891	0.959

자료: 2008년 CNG 차량비율은 본 연구에서 구축된 자료 기준이고, 2011년 비율은 전상민(2011a)에서 인용함.

하지만 준공영제 시행초기인 2008년을 기준으로 하면 준공영제 시행하는 도시에 비해 미시행지역의 CNG 차량비율이 <표 IV-23>과 같이 크게 높다. 이는 일반적으로 연비 및 연료단가를 고려하였을 때 CNG가 경유보다 경제적이기 때문에 준공영제 미시행지역에서는 CNG로의 차량교체가 신속히 진행되었으나 준공영제 시행지역에서는 운행비용을 전액 지원받기 때문에 차량교체가 늦어진 것으로 해석할 수 있다.

<표 IV-23> 준공영제 시행 여부와 CNG 차량비율 간의 관계

구분	준공영제 미시행	준공영제 시행
CNG 차량비율	0.775	0.473

한편 일반버스만 운행하는 업체와 좌석버스까지 함께 운행하는 업체의 CNG 차량비율은 <표 IV-24>에서 알 수 있듯이 큰 차이는 없다.

<표 IV-24> 시내버스업체의 산출량 구성비율별 CNG 차량비율

구분	일반버스만 운행 (p1=1)	일반버스와 좌석버스 함께 운행(0<p1<1)
CNG 차량비율	0.500	0.522

<표 IV-25>에 따르면 규모가 커질수록 CNG 차량비율도 높아짐을 알 수 있다. 즉 대형업체일수록 차량교체가 신속하게 이루어졌음을 알 수 있다.

<표 IV-25> 시내버스업체의 규모별 CNG 차량비율

구분	50대 이하	51~100대	101~150대	151~200대	200대 이상
CNG 차량비율	0.408	0.507	0.596	0.545	0.646

## 6) 부분생산성

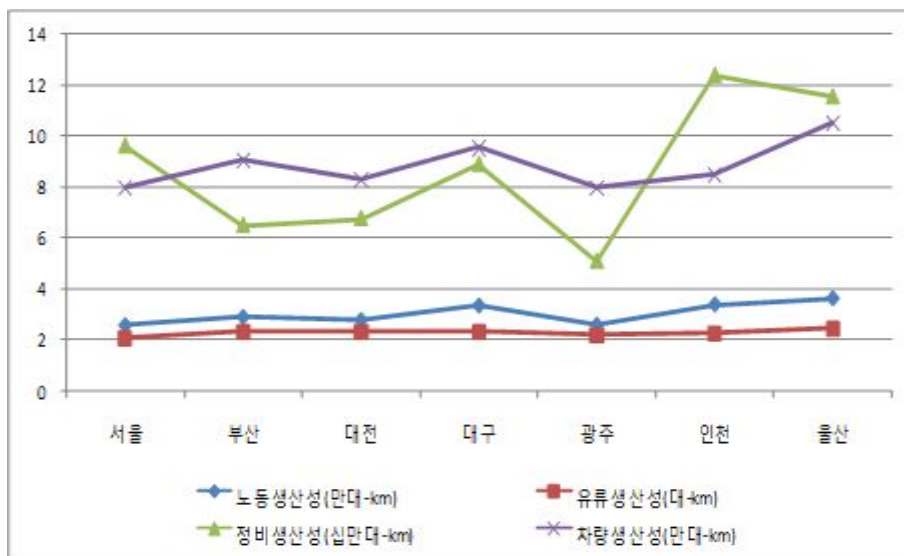
시내버스운송업의 부분생산성(partial productivity)은 노동생산성, 연료생산성, 정비생산성, 차량생산성 이렇게 네 가지로 제시한다. 노동생산성은 운전기사 및 관리원 인당 운행거리(대-km)로 나타내고, 연료생산성은 연료이용량(CNG는 경유로 환산)당 운행거리(연비<sup>106)</sup>, mileage)로 나타낸다. 정비생산성은 정비원당 운행거리로, 차량생산성은 대당 운행거리로 나타낸다.

106) 한국운수산업연구원(2011), 『CNG버스의 경제성 비교분석 및 효율적 지원 확대방안』에서 차종별 연비는 경유버스인 경우는 2.34km/ℓ, CNG버스 2.15km/m<sup>3</sup>를 적용하였다.

<표 IV-26> 시내버스업체의 도시별 평균 부분생산성

도시	노동생산성 (천대-km/인-년)	연료생산성 (대-km/ℓ)	정비생산성 (천대-km/인-년)	차량생산성 (천대-km/대-년)
전체	28.97	2.23	875.49	85.67
서울	25.83	2.08	962.18	80.03
부산	29.12	2.36	650.16	90.48
대전	27.93	2.33	677.00	83.03
대구	33.60	2.35	889.02	95.47
광주	26.05	2.20	509.34	80.03
인천	34.06	2.25	1238.79	85.11
울산	36.49	2.47	1155.04	105.05

도시별 부분생산성의 차이를 파악하기 위해 [그림 IV-18]에서는 단위를 각기 다르게 조정하여 추세를 파악하기 용이하게 하였다. 노동생산성과 연료생산성은 도시별 차이가 크지 않지만 정비생산성은 도시별 차이가 큰 것으로 나타났다.



[그림 IV-18] 시내버스업체의 도시별 평균 부분생산성

산출량 구성비율에 따른 부분생산성은 <표 IV-27>에서 알 수 있듯이 정비생산성만 일반버스를 운행하는 경우에 높고 다른 생산성들은 두 가지 버스를 함께 운행하는 경우에 높다.

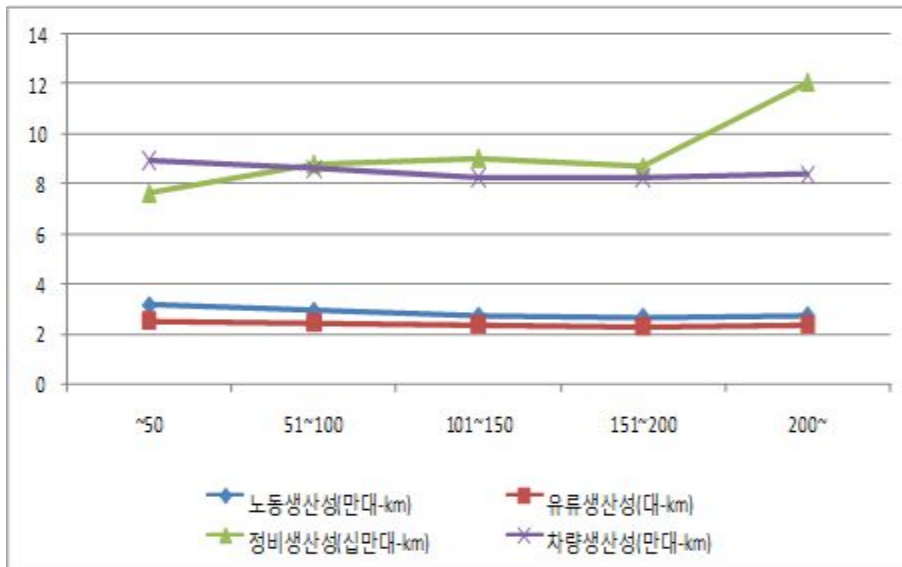
<표 IV-27> 시내버스업체의 산출량 구성비율별 평균 부분생산성

항목	노동생산성 (천대-km/인- 년)	연료생산성 (대-km/ℓ)	정비생산성 (천대-km/인- 년)	차량생산성 (천대-km/대- 년)
일반버스만 운행 (p1=1)	27.58	2.188	897.08	81.53
일반버스와 좌석버스 함께 운행(0<p1<1)	31.68	2.309	833.51	93.73

규모별 부분생산성은 <표 IV-28>에서 살펴보면 노동, 연료, 차량 생산성은 규모별 차이는 미미한 것으로 나타난 반면 정비생산성은 편차가 있는 것으로 나타났다.

<표 IV-28> 규모별 부분생산성

항목	노동생산성 (천대-km/ 인-년)	연료생산성 (대-km/ℓ)	정비생산성 (천대-km/인- 년)	차량생산성 (천대-km/대- 년)
50대 이하	31.50	2.34	763.26	89.45
51~100대	29.19	2.24	879.54	86.10
101~150대	27.14	2.15	903.24	82.48
151~200대	26.69	2.09	868.53	82.56
200대 이상	27.31	2.14	1204.96	83.75



[그림 IV-19] 시내버스업체의 규모별 평균 부분생산성

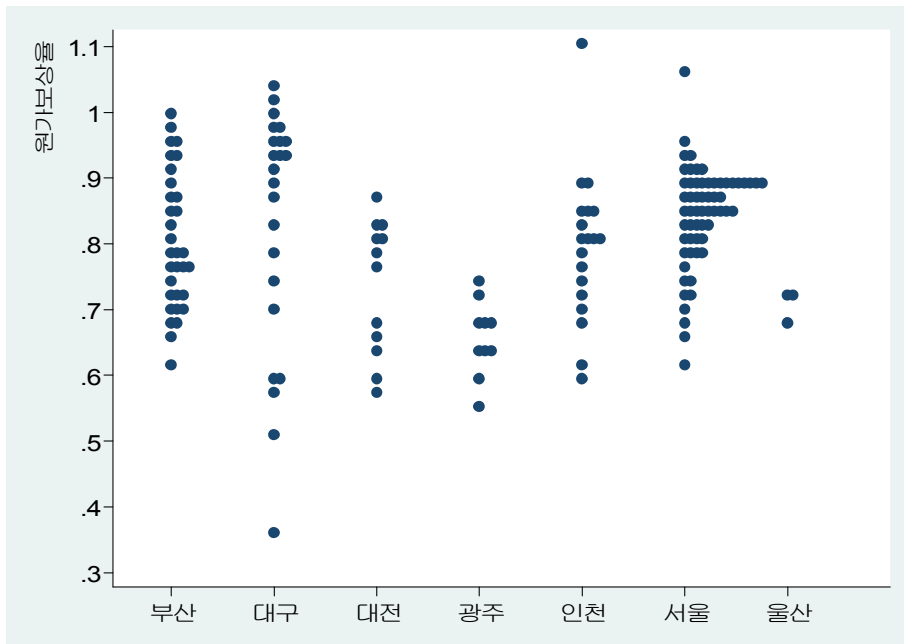
## 7) 운송수입 및 원가보상율

시내버스운송업의 원가보상율(CR)은 “운임수입/총비용”으로 계산되며 도시별 원가보상율은 <표 IV-29>와 같이 서울이 가장 높다. 광주, 울산, 대전은 원가보상율이 다른 도시에 비해 낮은 편이어서 시내버스운송업의 수익성이 좋지 않다는 것을 알 수 있다. 특히 원가보상율이 1을 넘는 업체는 159개 업체들 중에서 단지 5개 업체에 불과한 데, 그 중 3개의 업체가 대구 소속이고, 원가보상율이 0.6 이하인 업체는 9개 업체인 데, 이중 대구업체가 또 4개가 포함된다. 따라서 대구의 경우 업체별 원가보상율 차이가 타 도시에 비해 심한 것으로 볼 수 있다.

이러한 분포 특성은 [그림 IV-20]에서 확인할 수 있다.

<표 IV-29> 시내버스업체의 도시별 원가보상율

도시	업체 수	평균 CR (표준편차)	최소값	최대값	CR>1	CR<0.6
서울	60	0.84 (0.08)	0.61	1.05	1	0
부산	32	0.80 (0.10)	0.61	0.99	0	0
대전	12	0.73 (0.10)	0.58	0.87	0	2
대구	23	0.83 (0.19)	0.35	1.05	3	4
광주	10	0.66 (0.06)	0.59	0.75	0	2
인천	19	0.79 (0.11)	0.58	1.10	1	1
울산	3	0.71 (0.02)	0.68	0.72	0	0



[그림 IV-20] 시내버스업체의 도시별 원가보상율 분포



도시별 재정지원금은 <표 IV-30>에서 제시한 바와 같이 서울, 부산, 대전은 추정액이 약 20% 정도 더 높게 나타났다. 대구는 추정액보다 실제 재정지원금이 매우 크게 나타났고, 광주는 매우 작게 나타났다.<sup>107)</sup> 실제 재정지원금이 추정 재정지원금보다 적은 이유는 당해년도 필요분이 아니라 실제로 지급된 금액이므로 예산의 부족 등으로 추정액보다는 작기 때문이다. 즉 당해년도에 지원하지 못한 부족분은 다음연도로 이월된다. 그러나 서울의 경우 비교적 정확하게 산정되었기에 서울을 대상으로 재정지원금을 비교하는 것은 무리가 없는 것으로 판단된다.

<표 IV-30> 시내버스업체의 도시별 재정지원금

(단위: 억원/년)

도시	N	추정 지원금 (A)	업체당 평균 지원금	실제 지원금 (B) <sup>1)</sup>	(A)/(B)	대당 재정지원금
전체	159	5,227.08	32.87			0.36
서울	60	2,299.62	38.33	1,894 <sup>2)</sup>	1.21	0.31
부산	32	936.46	29.26	762	1.23	0.39
대전	12	414.79	34.57	342	1.21	0.47
대구	23	423.07	18.39	744	0.57	0.31
광주	10	574.35	57.44	293	2.24	0.60
인천	19	458.51	24.13	224	2.05	0.34
울산	3	120.27	40.09			0.51

주: 1) 서울시정개발연구원(2011), 『서울시 버스 준공영제 발전방안 연구』, 대전발전연구원(2011), 『대전광역시 시내버스 준공영제 개선방안 연구』 자료를 재인용하였음.

2) 서울시의회(2012) “시내버스 준공영제 혁신을 위한 정책토론회”에 따르면 서울시의 경우 2008년 기준 실제 지원금은 2,056억원으로 보고되었음.

107) 광주와 대구의 경우 실제 재정지원금액과 본 연구에서 추정된 재정지원금액 간의 차이가 나타나는 이유는 운송원가의 차이 때문이다.

산출량 구성비율에 따른 원가보상율은 <표 IV-31>에서 제시한 바와 같다. 비용 측면에서는 좌석버스와 일반버스를 함께 운행하는 경우가 비용이 낮음에도 원가보상율은 일반버스만 운행하는 경우가 더 높은 것은 광역버스의 수익성이 낮기 때문이다.<sup>108)</sup>

<표 IV-31> 시내버스업체의 산출량 평균 구성비율별 원가보상율 및 재정지원금

구분	원가보상율	재정지원금 (억원)	차량대수	대당 재정지원금 (억원/대)
전체	0.80	32.87	91	0.36
p1=1	0.81	32.28	92	0.35
0<p1<1	0.79	34.03	90	0.38

규모에 따른 원가보상율은 <표 IV-32>에서 제시한 바와 같이 규모가 커질수록 높아지고 대당 재정지원금은 줄어든다. 따라서 업체 규모의 대형화는 비용 뿐 아니라 수익성 측면에서도 긍정적인 효과가 있을 것으로 추론할 수 있다.

<표 IV-32> 시내버스업체의 규모별 평균 원가보상율 및 재정지원금

차량대수	원가보상율	재정지원금 (억원)	차량대수	대당 재정지원금 (억원/대)
~50	0.78	19.20	45	0.43
51~100	0.80	28.07	74	0.38
101~150	0.84	38.92	125	0.31
151~200	0.81	68.89	177	0.39
200~	0.84	77.64	244	0.32

108) 서울연구원의 발표자료(2013. 04. 11)에 의하면 2010년 기준 서울시 간선버스 노선의 원가보상률이 0.84인데 비해, 광역버스 노선은 0.55에 불과하다.

## 8) 동일 대표자 소유의 복수 버스업체

국내의 버스업체들 중에는 여러 버스업체를 동일 대표자 및 임원이 운영하는 운송그룹이 존재한다. 예를 들면 KD그룹과 선진그룹이에 해당한다. 특히 KD운송그룹은 서울시 및 수도권 지역을 중심으로 시내버스, 시외버스, 고속버스, 공항버스 및 관광버스<sup>109)</sup>를 운영하고 있으며 차량대수가 4,700여대에 달한다. 특히 버스의 운영의 모든 것을 자체적으로 해결하기 위해 그룹 내에 내수용 물품을 생산하기 위한 별도의 계열 업체가 있을 정도이다. 이처럼 동일한 대표자에 의해 운영되는 업체들은 같은 그룹으로 묶일 수 있다.

따라서 본 연구에서 구축한 159개의 버스업체들 중에서 이러한 그룹에 의한 지배구조를 갖는 업체를 별도 분석하는 것은 의미가 있다. 이러한 특정 지배주주의 버스그룹은 특히 서울과 경기도에 많이 존재하므로 서울을 대상으로 동일 대표자 소유의 버스그룹을 조사하였다.

먼저 서울시버스운송조합에 소속된 61개의 시내버스업체의 업체별 대표자를 조사하여 동일 대표자를 갖는 7개의 버스그룹을 도출하였다. 7개의 버스그룹은 19개의 개별업체로 구성되는데, 본 연구에서 구축한 서울시 버스업체에서는 하나의 버스업체가 제외되어 최종적으로 60개의 서울시 시내버스업체들 중에서 18개의 버스업체가 동

109) KD운송그룹의 계열사는 다음과 같다.

업체명	버스 대수	버스 유형	업체명	버스 대수	버스 유형
대원여객	209	시내 버스	경기운수	95	시내버스
대원교통	123		경기상운	147	
대원운수	328		평안운수	208	시내·외 관광버스
대원버스	281		대원관광	43	
경기여객	100		경기고속	1,514	시내·외, 고속, 전세, 공항버스
명진여객	138		대원고속	1,367	
진명여객	36		계	4,718	
경기버스	129				

일대표자를 갖는 7개의 버스그룹으로 <표 IV-33>과 같이 분류되었다. 서울 시내버스업체를 동일대표자를 가진 7개의 버스그룹 안에는 노선입찰제 시행을 위해 형성된 주간선 컨소시엄 업체인 한국비알티, 서울교통네트웍, 메트로버스가 포함되어 있다.<sup>110)</sup> <표 IV-33>에 의하면 그룹 3의 경우 버스대수가 706대에 달하는 대형그룹이 되고, 이는 컨소시엄인 서울교통네트웍을 제외하더라도 479대의 버스를 보유한 대형그룹이 된다.

<표 IV-33> 동일대표자 소유의 서울 시내 버스업체 현황

	업체명	차량대수		업체명	차량대수
1	그룹1	165	4	그룹4	171
	경성여객	75		상진운수	85
	도원교통	90		송파상운	86
2	그룹2	305	5	그룹5	294
	신성교통	117		우신버스	140
	한국비알티	188		우신운수	90
3	그룹3	706	6	태릉교통	64
	관악교통	82		그룹6	331
	삼화상운	120		북부운수	190
	한성여객	132	7	메트로버스	141
	홍안운수	145		그룹7	338
	서울교통네트웍	227		대원교통	126
				대원여객	212

주: 신인운수는 그룹 2에 포함되어야 하는데, 본 연구에서 구축한 자료에서는 해당업체가 이상치로 제외되었음.

110) 주간선 컨소시엄의 하나인 다모아자동차는 중부운수의 출자를 받았지만, 2013년 현재 서로 대표자의 이름이 다르다. 따라서 실질적으로는 중부운수와 하나의 그룹으로 볼 수도 있지만 본 연구에서 설정한 버스그룹의 구분 기준에 부합하지 않아 중부운수와 별도의 업체로 분류하였다.

본 연구에서는 버스그룹으로 운영되는 업체들이 개별업체들에 비해 비용구조에 차이가 있는지를 검토하기 위해 <표 IV-34>와 같이 비용함수 추정에 필요한 종속변수와 독립변수들을 개별업체들(N=42)과 버스그룹에 속한 업체들(N=18), 같은 버스그룹내의 업체를 동일한 업체로 간주한 경우(N=7)로 구분하였다. 만약 버스그룹에 속한 업체들의 변수 값들이 개별업체들과 다르다면 모형에서 이를 반영하기 위해 버스그룹소속 여부에 대한 더미변수가 필요할 것이다. 따라서 개별업체 및 버스그룹 소속업체 간에 변수값들이 통계적으로 다른지를 검정하기 위해 모평균에 대한 t검정을 수행하였다. 이때 두 표본 간에 분산은 서로 같다고 가정하였다. 분석결과 연료가격만 10% 수준에서 차이가 있는 것으로 나타났고 다른 변수값들은 모두 차이가 없는 것으로 나타났다<sup>111)</sup>. 따라서 버스그룹 소속 업체들에 대한 별도의 더미변수를 모형에 추가하지 않았다.

---

111) 임금 중에서 관리원 임금도 10%수준에서 차이가 있지만 노동요소가 격 변수에서는 차이가 없으므로 실제 비용함수에는 그 차이를 반영할 필요가 없다.

<표 IV-34> 서울의 개별업체 및 버스그룹 간 특성 비교

구분		개별업체	버스그룹 소속업체	모평균에 대한 t검정
관찰점수		42	18	
총비용(억 원)		243.41	256.10	0.672
요소 점유율	노동	0.647	0.655	0.324
	연료	0.192	0.188	0.593
	정비	0.038	0.038	0.811
	자본	0.123	0.119	0.323
산출량	계(천버스-km)	9,551	10,636	0.407
	일반버스-km	8,585	9,878	0.283
	좌석버스-km	966	758	0.777
요소 가격	노동(백만원/기사· 관리원-년)	42.66	42.80	0.905
	연료(원/대-km)	489.61	464.16	0.081
	정비(백만원/정비원- 년)	82.74	85.68	0.678
	자본(백만원/대-년)	25.12	23.79	0.217
차량대수		119	128	0.550
평균 비용	대-km(원/대-km)	2,604	2,517	0.397
	대당(원/대-일)	559,601	549,789	0.435
대당 일일 운행거리(km)		218.99	227.13	0.533
대당 소요 인원	기사	2.85	2.84	0.572
	관리원	0.26	0.24	0.421
	정비원	0.11	0.10	0.456
임금	기사(백만원/월)	3.22	3.19	0.778
	관리원(백만원/월)	2.55	2.91	0.075
	정비원(백만원/월)	2.88	2.88	0.981

### 3. 추정방법

푸리에 총비용함수모형은 많은 계수의 추정을 요구한다. 이와 같이 추정하여야 하는 계수에 비하여 이용 가능한 자료의 수가 제한적인 경우 추정대상인 비용함수의 모수에 대한 추가적인 관계식이 있는지를 고려하여 이를 사전적으로 감안하여 추정해야 할 모수의 수를 줄이거나, 추정하려는 비용함수와 관련 있는 별도의 구조식을 찾아 방정식 체계(equation system)에 대한 추정을 모색할 수 있다. 실제로 비용함수의 추정에 관한 많은 연구가 비용함수와 요소점유율 방정식으로 구성된 방정식 체계를 이용하여 행하여졌는데, 이 경우 비용함수와 요소점유율 방정식은 설명변수의 공유는 물론 그 이외의 요인들에 의하여서도 서로 연관되어 있다고 볼 수 있다. 따라서 각 방정식의 오차항 간에는 서로 동시적인 상관관계가 존재한다고 가정할 수 있으며, 각 요소에 대한 점유율 방정식은 그 합이 1이 되어야 하므로 오차항들의 합도 0이 되어야 한다.

본 연구에서는 비용함수와 요소점유율방정식의 오차항이 상관관계를 가지는, 즉 결합정규분포를 하고 있다는 가정 하에 Zellner의 반복결합일반화최소자승법(iterative seemingly unrelated regression, ITSUR)을 이용해 푸리에 총비용함수모형을 추정한다. 이와 같이 비용함수를 요소점유율방정식과 함께 추정하는 방법은 자유도가 증가되는 장점이 있다.<sup>112)</sup> 실제 추정에서는 요소점유율의 합이 1이 되므로 네 요소점유율방정식 중 하나를 제외하고 추정하여야 하는데, 본 연구에서는 자본요소의 점유율방정식을 제외하였다. 이때 어떤 요소점유율방정식을 제외하더라도 추정결과에는 영향을 미치지 않는 것으로 알려져 있다.<sup>113)</sup>

---

112) 이러한 결합일반화최소자승법은 추정시 원래 관찰점수에다 함께 추정되는 식의 개수, 즉 비용함수와 요소점유율식을 합한 갯수를 곱한 만큼 관찰점수를 크게 증가시키는 반면 추정해야할 계수의 수는 단지 비용함수의 계수와 요소점유율식에 포함된 계수들을 합한 갯수이기 때문에 자유도를 증가시키는 효과가 있다.

이 때 식[Ⅲ-2]와 같이 설정한 완전모형을 추정한 후 동조성(homotheticity), 동차성(homogeneity) 생산기술에 관한 제약조건을 부과한 두 가지 함수형태를 검정함으로써 설정한 모형의 타당성을 검증한다. 동조성은 비용함수에서 생산요소가격과 산출량을 분리할 수 있어서 두 변수가 독립적이라는 조건을 의미한다. 이 조건이 충족되면 생산요소가격과 산출량의 이차항 계수  $\phi_{iq}=0$  이 된다. 본 연구에서는 두 가지 산출물을 고려하므로 모든 산출물에 대한 동조성 검정과 함께 각 산출물에 대한 동조성 검정도 시행한다. 동차성은 산출량에 대한 비용탄력성이 상수가 되어 산출량이 변하더라도 규모의 경제성이 변화하지 않는 조건을 의미한다. 이 조건이 충족되면  $\phi_{iq}=0$  이 됨과 동시에 산출량의 이차항 계수  $\delta_{qr}=0$  이 된다.

추정시 이용할 프로그램은 Stata 10.0을 이용한다. Stata를 이용하는 이유는 Stata에서는 계수들 간의 비선형 산식에 대해서도 delta method로 표준오차를 제시하여 주기 때문이다.<sup>114)</sup> 기존의 많은 연구들은 범위의 경제측정치만 제시할 뿐 이에 대한 표준오차를 제시하지 않아 통계적 유의성 검증을 하지 못하고 있었다. 규모의 경제성은 추정계수의 선형결합이므로 정규분포를 이루고 있으며 신뢰구간도 쉽게 구할 수 있다. 그러나 범위의 경제성 지수 및 비용보완성과 같이 비선형결합은 표준오차의 측정이 어렵다. Stata의 nlcom이라는 명령어는 비선형결합에 대해서도 표준오차를 산정하여 주므로 비용보완성 등 본 연구에서 산정한 여러 측정치에 대한 통계적 유의성 판단을 가능하게 한다.

113) Berndt(1991), pp.473~474 참조.

114) Di Giacomo and Ottoz(2010)도 Stata 프로그램을 이용하였다.



## V. 시내버스운송업의 비용구조 분석결과

### 1. 총비용함수모형의 추정결과

시내버스운송업의 두 가지 산출물인 일반버스-km, 좌석버스-km와 노동, 연료, 정비, 자본 요소가격 및 준공영제 관련 더미변수 등을 포함하는 푸리에 총비용함수의 1차항, 2차항 및 교차항의 계수추정치 결과는 <표 V-2>, <표 V-3>와 같고, 결정계수( $R^2$ )와 조정결정계수( $\overline{R}^2$ )는 <표 V-1>에 제시하였다.

<표 V-1>에서 알 수 있듯이 총비용함수의 결정계수와 조정결정계수가 상당히 높게 나타났고, <표 V-2>와 <표 V-3>에서는 총 42개의 계수추정치 중에서 6개를 제외하면 모두 10% 수준에서 유의한 것으로 나타나 모형의 설명력이 전반적으로 높다고 할 수 있다.

요소가격, 일반버스-km, 좌석버스-km의 1차항 계수추정치 부호가 모두 (+)로 추정되어 비용함수의 전제조건을 만족하고 있다. 준공영제 더미는 (+)로 추정되어 준공영제 시행시 총비용이 증가함을 의미하고, 부산 및 도시더미 등이 (-)로 추정된 것은 서울보다 다른 도시들은 총비용이 낮다는 것을 의미한다.

삼각함수항들 역시 대체로 대부분 유의하게 나타났고, 이는 국내 시내버스운송업에 적합한 함수형태는 초월대수 형태가 아니라 푸리에 비용함수 형태임을 의미한다. 특히 좌석버스-km의 삼각함수항 계수추정치의 절대값이 일반버스-km에 비해 크게 나타난 것은 좌석버스-km의 삼각함수항들이 일반버스-km에 비해 중요한 역할을 하고 있음을 의미한다.<sup>115)</sup>

---

115) 이는 좌석버스-km의 분포특성이 표준편차가 크고 왜도가 크기 때문에 삼각함수항의 도입이 필요하다고 사전전으로 추론한 것과 일치한다(pp. 91~94 참조). 또한 일반버스만 운행하는 업체들(N=105)을 대상으로 비용함수를 추정한 결과 삼각함수항의 계수값이 0에 가깝고, 유의하지 않아 초월대수 함수형태로 적절한 것으로 분석된 결과 역시

한편 2012년 기준으로 변환된 자료를 이용하여 비용함수를 추정한 결과 역시 2008년 기준 자료를 이용하여 추정한 결과와 거의 비슷한 것으로 나타났다.<sup>116)</sup>

<표 V-1> 푸리에 총비용함수모형의 추정결과: 결정계수

방정식	관찰점수	파라미터	$R^2$	$\overline{R}^2$
총비용함수	159	34	0.952	0.938
노동요소점유율식	159	6	0.739	0.728
연료요소점유율식	159	6	0.452	0.430
정비요소점유율식	159	6	0.231	0.201

좌석버스-km의 분포형태 때문에 푸리에 함수형태가 적합하게 나타난 것의 근거가 될 것이다(부록 B 참조).

116) 2012년도 기준으로 변환한 자료를 이용하여 비용함수를 추정한 결과는 부록 C에 제시하였다.

<표 V-2> 푸리에 총비용함수의 1차항 계수 추정결과

독립변수			계수추정치	표준오차	z-통계량
$\alpha_0$	상수		4.607	0.231	19.940***
$\alpha_1$	일반버스 대キロ( $\ln Y_1$ )		0.552	0.029	18.720***
$\alpha_2$	좌석버스 대キロ( $\ln Y_2$ )		0.576	0.073	7.900***
$\beta_l$	노동가격( $\ln P_l$ )		0.556	0.008	70.380***
$\beta_f$	연료가격( $\ln P_f$ )		0.254	0.006	39.360***
$\beta_m$	정비가격( $\ln P_m$ )		0.057	0.003	16.900***
$\beta_k$	자본가격( $\ln P_k$ )		0.133	0.003	49.290***
$\eta_1$	준공영제 더미( $D_1$ )		0.152	0.027	5.670***
$\eta_6$	부산 더미( <i>Busan</i> )		-0.012	0.007	-1.600
$\eta_7$	광주, 대구, 울산더미( <i>region</i> <sub>1</sub> )		-0.040	0.011	-3.670***
$\eta_8$	대전, 인천 더미( <i>region</i> <sub>2</sub> )		-0.023	0.010	-2.210**
$a_1$	삼각 함수항	(cos_z1)	-0.099	0.041	-2.430**
$b_1$		(sin_z1)	-0.086	0.016	-5.550***
$a_2$		(cos_z2)	-1.220	0.242	-5.050***
$b_2$		(sin_z2)	0.144	0.164	0.880
$a_{12}$		(cos_z12)	-0.071	0.012	-5.720***
$b_{12}$		(sin_z12)	0.043	0.007	5.970***

- 주: 1) z-통계량의 \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 나타냄.  
 2) Stata에서는 N<30인 소표본의 경우 “small”이라는 옵션을 통해 t-통계량을 제시하고, 대표본일 경우에는 별도의 옵션 없이 z-통계량을 제시함. 본 모형의 추정결과에 대해서는 t-통계량과 z-통계량이 같다고 할 수 있음.

<표 V-3> 푸리에 비용함수의 2차항 계수 추정결과

독립변수		계수추정치	표준오차	z-통계량
$\gamma_{ll}$	$\ln pl \times \ln pl$	0.217	0.009	24.920***
$\gamma_{lf}$	$\ln pl \times \ln pf$	-0.121	0.004	-27.620***
$\gamma_{lm}$	$\ln pl \times \ln pm$	-0.001	0.004	-0.340
$\gamma_{lk}$	$\ln pl \times \ln pk$	-0.094	0.004	-21.490***
$\gamma_{ff}$	$\ln pf \times \ln pf$	0.165	0.004	42.090***
$\gamma_{fm}$	$\ln pf \times \ln pm$	-0.009	0.002	-4.420***
$\gamma_{fk}$	$\ln pf \times \ln pk$	-0.035	0.003	-10.290***
$\gamma_{mm}$	$\ln pm \times \ln pm$	0.001	0.003	0.170
$\gamma_{mk}$	$\ln pm \times \ln pk$	0.010	0.002	4.410***
$\gamma_{kk}$	$\ln pk \times \ln pk$	0.119	0.004	30.020***
$\delta_{11}$	$\ln y1 \times \ln y1$	0.488	0.125	3.920***
$\delta_{12}$	$\ln y1 \times \ln y2$	-0.048	0.003	-15.320***
$\delta_{22}$	$\ln y2 \times \ln y2$	0.160	0.030	5.430***
$\phi_{l1}$	$\ln pl \times \ln y1$	0.006	0.005	1.150
$\phi_{l2}$	$\ln pl \times \ln y2$	-0.003	0.001	-5.880***
$\phi_{f1}$	$\ln pf \times \ln y1$	0.003	0.004	0.770
$\phi_{f2}$	$\ln pf \times \ln y2$	0.003	0.001	6.490***
$\phi_{m1}$	$\ln pm \times \ln y1$	-0.006	0.002	-3.040**
$\phi_{m2}$	$\ln pm \times \ln y2$	0.001	0.001	3.400***
$\phi_{k1}$	$\ln pk \times \ln y1$	-0.003	0.002	-2.170**
$\phi_{k2}$	$\ln pk \times \ln y2$	-0.001	0.001	-3.440***
$\eta_l$	$\ln pl \times D1$	0.051	0.007	6.860***
$\eta_f$	$\ln pf \times D1$	-0.035	0.006	-5.840***
$\eta_m$	$\ln pm \times D1$	-0.008	0.003	-2.530**
$\eta_k$	$\ln pk \times D1$	0.057	0.026	2.190**

<표 V-3>에서는 산출량과 요소가격 간의 이차항과 교차항에 대해 제시하였으며, 준공영제 시행여부를 나타내는 더미와 요소가격 간의 교차항을 포함하여 준공영제가 요소가격에 미치는 영향을 추정하였다. 특히 규모의 경제성 지수와 비용보완성 산정에 필요한 계수추정치들이 모두 통계적으로 유의하게 나타나 규모의 경제성 지수와 비용보완성 지수 산정이 가능하다.<sup>117)</sup>

다음으로 추정된 비용함수모형에 대해 월드 검정(Wald test)<sup>118)</sup>을 통해 동조성(homotheticity)<sup>119)</sup>, 동차성(homogeneity) 형태의 생산기술에 대한 가설을 검정하였고, 검정결과 우리나라 시내버스운송업에

117) 김태승(1999)에 의하면 규모의 경제성 추정시 필요한 계수가 모두 유의해야 규모의 경제성 검증이 가능하며, 계수값의 통계적 유의성이 좋지 않은 경우에는 확장점에서만 통계적 추론이 가능하다고 기술하고 있다.

118) 독립변수의 효과를 검증하는 대표적인 두가지 방법은 Wald 검정과 우도비 검정(likelihood ratio test)이다. 이중 Wald 검정은 해당 변수의 계수추정치를 표준오차로 나눈 통계치 제곱한 값은 자유도가 1인  $\chi^2$ 분포를 따른다는 특성을 이용하는 방법이고, 우도비 검정은 해당변수를 포함한 모형과 포함하지 않은 모형 간의  $-2\ln L$ 은  $\chi^2(n)$ 분포를 따른다는 특성을 이용하는 방법이다. 여기서  $n$ 은 제약되는 계수의 수를 의미한다. 표본의 크기가 크면 Wald 검정과 우도비 검정의 결과는 일치하지만 표본의 크기 작을 경우 다를수 있고 이런 경우 일반적으로 우도비 검정이 더 신뢰할만 하다고 알려져 있다. 그러나 Wald 검정결과가 잘못될 가능성은 Wald 검정결과 유의하지 않게 나오더라도 우도비 검정에선 유의하게 나올 수 있다는 점인데, 본 연구에서는 표본의 크기가 159개로 충분히 크고, Wald 검정결과 동조성과 동차성이 다 기각되어(즉, 해당 계수가 다 유의하다는 의미임) 우도비 검정결과와 차이가 없다. 따라서 우도비 검정에 비해 비교적 간단한 Wald 검정을 이용하여도 무방하다.

119) 동조적인 생산함수는 생산요소의 투입량을 독립변수로 하고 산출량을 종속변수로 하는 함수관계가 성립된다. 즉 생산함수가 동조적일 경우 산출량이 증가할 때 기업이 비용을 극소화하기 위하여 선택하는 생산요소의 조합 즉, 등량곡선과 등비용곡선의 접점들을 이어서 얻게 되는 확장경로(expansion path)는 원점에서 나오는 방사선이 된다. 이 경우 원점에서 나오는 방사선상에서 모든 등량곡선의 기울기가 서로 같아지기 때문에 요소가격 비율에 변화가 없다면 산출량수준의 증가에도 불구하고 비용극소화를 가져다 주는 생산요소의 결합비율에는 아무런 변화가 없다.

가장 적합한 함수형태로 동조적, 동차적이지 않은 푸리에함수 형태를 채택하였다.<sup>120)</sup>

시내버스운송업에 비효율성이 있는지 판단하기 위하여 총비용함수로부터 도출된 잔차를 이용하여 잔차의 2차적률( $\widehat{m}_2$ )과 3차적률( $\widehat{m}_3$ ) 계산한 결과  $\widehat{m}_2 = 0.0121$ ,  $\widehat{m}_3 = -0.0012$ 로 나타났다.  $\widehat{m}_3 < 0$  이므로 1종 실패가 발생하였으며, 이는 비효율성이 작을때 발생할 확률이 크다. 따라서 시내버스 운송업에는 비효율성이 작은 것으로 판단되므로 확률적비용변경법을 이용하여 비효율성을 비용함수에서 제거할 필요성이 낮다. 이에 본 연구에서는 전통적인 비용함수를 통하여 시내버스운송업의 비용구조를 파악하는데 무리가 없는 것으로 판단하였다.

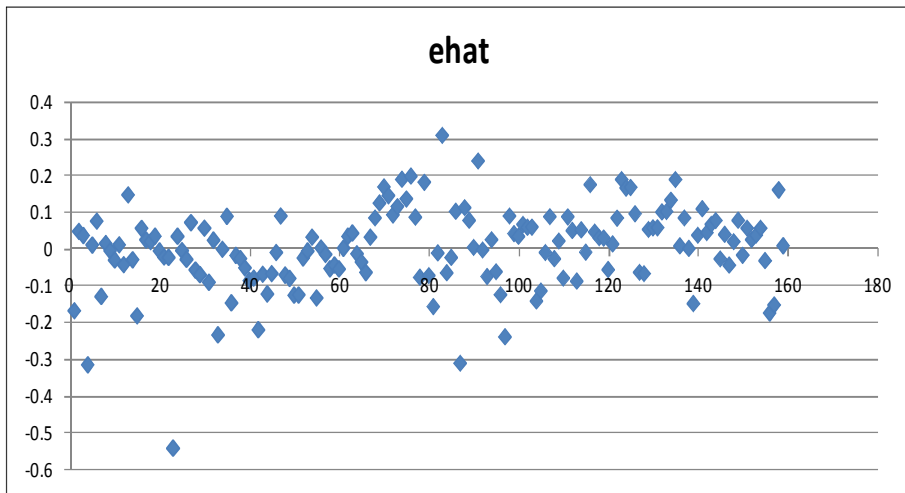
## 2. 모형의 정합성 검토

### 1) 이분산성

본 연구에서는 횡단면 자료를 이용하였고 횡단면 자료 이용시 주의할 점은 이분산성(heteroscedasticity)이다. 모형 추정 후 잔차의 산점도를 [그림 V-1]과 같이 나타낸 결과 잔차에 특이한 패턴이 보이지 않고 0을 기준으로 무작위로 흩어져 있으므로 이분산성 문제는 무시할 만하다고 판단된다.

---

120) 김성수·김민정(2001)은 서울시내버스운송업을 다수산출물로 가정하여 초월대수 비용함수를 추정하였고, 그 결과 지역순환버스 대키로만 동조적임을 도출하였다. 본 연구에서는 일반버스와 광역버스로 구분하였는데, 상기 연구는 도시형버스와 좌석버스, 지역순환버스를 구분하였고 굳이 본 연구의 구분체계와 비교하자면 도시형버스와 지역순환버스가 본 연구의 일반버스에 해당하고, 좌석버스는 본 연구의 광역버스에 해당된다. 즉 도시형버스는 동조적이지 않은 결과는 본 연구에서 일반버스가 동조적이지 않은 것과 같다고 할 수 있다.



[그림 V-1] 잔차의 산점도

## 2) 정규성 조건의 만족도

다음으로 비용함수를 추정 한 뒤에는 비용함수로서 갖추어야 할 기본조건을 만족하는 지 여부를 검토할 필요가 있다. 일반적으로 비용함수의 조건은 요소가격에 대한 1차 동차성, 연속성, 오목성 및 단조성과 산출량에 대한 단조성이다. 이 중에서 요소가격에 대한 연속성과 1차 동차성 조건은 모형의 설정단계에서 제약조건으로 고려되었기 때문에 자동적으로 만족된다. 또한 요소가격에 대한 단조성 조건은 요소가격이 증가할 때 총비용이 감소하지 않아야 함을 의미하므로, 추정된 요소점유율식을 이용해 각 생산요소의 업체별 요소점유율 추정치를 구한 다음 이 추정치가 (+) 부호를 가지면 만족되는데, 모든 표본에서 양의 부호로 나타났기 때문에 만족한다. 결국 검정이 필요한 것은 요소가격에 대한 오목성과 산출량에 대한 단조성이다<sup>121)</sup>.

121) 일반적으로 초월대수 함수형태에서는 이 두 조건을 완벽하게 만족시키지는 않는 것으로 알려져 있다. 본 연구의 푸리에 총비용함수도 초

먼저 산출량에 대한 단조성은 추정된 함수의 산출량에 대한 비용탄력성(식[Ⅲ-13] 참조)의 부호가 (+)로 도출될 때 만족된다. 즉 산출량에 대한 비용탄력성( $\epsilon_q$ )의 부호가 음수라면 산출량이 증가함에 따라 한계비용이 음수가 되어 총비용이 오히려 감소한다는 것을 의미하므로 산출량에 대한 단조성을 만족하지 못하게 된다.

<표 V-4>에서 알 수 있듯이 좌석버스-km에 대한 단조성 조건의 만족도가 33%로 상당히 낮다. 이는 좌석버스 운행을 하지 않고 일반버스만 운행하는 업체의 좌석버스-km에 0의 값을 부여할 수 없어서 좌석버스-km 산출량 최소값의 0.1%를 임의로 대입한 경우<sup>122)</sup>에 해당된다. 즉 이것은 초월대수형태를 갖는 산출량 변수를 이용하는 경우 0의 값을 대입할 수 없는 문제로 인한 것이므로 사실상 제어하기 어려운 문제이다. 따라서 본 연구에서는 일반버스만 운행하는 업체들만을 대상으로 별도의 비용함수를 추정하여 전체 업체를 대상으로 한 비용함수의 결과를 보완하도록 할 것이다.

마지막으로 요소가격에 대한 오목성(concavity) 조건은 생산요소 간의 대체성 때문에 요소가격의 변화율보다 총비용의 변화율이 적은 것을 의미하므로, 요소가격에 대한 2계 미분을 통해 도출된 헤시안 행렬이 음반정부호(negative semidefinite) 행렬이 되면 만족된다.<sup>123)</sup> 헤시안 행렬이 음반정부호 행렬이 되기 위한 필요충분조건은 주소행렬식(principal minor)이 식[V-1]의 조건을 만족할 때 성립한다.

$$(-1)^n |H_n| \geq 0^{124)} \quad [V-1]$$

---

월대수 함수형태와 유사하므로 이 두 조건에 대한 검정이 필요하다.

122) 일반버스만 운행하는 경우는 105개 업체이고, 이 업체에게 가상적인 최저 산출량을 대입하였다.

123) 생산요소 간의 대체성 때문에 요소가격의 변화율보다 총비용의 변화율이 적은 것을 의미한다. 생산 측면에서 보면 한계기술대체율의 체감을 의미한다.

124) 다음과 같이 번갈아가며 부호가 바뀌어야 함을 의미한다.



계수의 대칭성 조건을 반영한 헤시안 행렬식은 식[V-2]와 같이 도출된다.

$$C_{ii} = \frac{\partial^2 TC}{\partial P_i^2} = \frac{TC}{P_i^2} (S_i^2 - S_i + \gamma_{ii}) \quad [V-2]$$

$$C_{ij} = \frac{\partial^2 TC}{\partial P_i \partial P_j} = \frac{TC}{\partial P_i \partial P_j} (S_i S_j + \gamma_{ij})$$

여기서  $\gamma_{ii}$ 는 요소가격 2차항의 계수추정치,  $S_i$ 는 요소점유율을 의미한다. Hunt(1984)에 따르면 이러한 엄격한 검정을 대신하여 자기가격탄력성( $\psi_{ii}$ )이 (-) 부호를 가지면 오목성을 만족시킨다. 따라서 본 연구에서도 자기가격탄력성의 부호로 오목성을 판단하였다. 일반적으로 오목성 만족도가 60% 이상이면 모형의 적합도가 좋은 것으로 알려져 있다.<sup>125)</sup>

<표 V-4>에서 제시한 바와 같이 본 연구의 오목성 결과는 전체적으로는 416/636으로 65%를 만족하지만 요소가격별로 살펴보면 연료와 자본의 경우 오목성 만족도가 크게 낮다. 하지만 오목성 조건은 생산기술구조와는 무관하며 단순히 생산자의 비용최소화 행동에 대한 가정이기 때문에 비용함수의 추정이 잘못되었다고 해석하기 보다는 시내버스업체들이 연료와 자본요소의 투입에 있어서 비용최소화 행동을 하지 않았다고 해석하는 것이 더 타당할 것이다.<sup>126)</sup> 따

$$H_1 = C_{ii} \leq 0, \quad H_2 = \begin{vmatrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{21} & C_{22} \end{vmatrix} \geq 0, \quad H_3 = \begin{vmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{vmatrix} \leq 0$$

125) Pulley and Braunstein(1992, p. 228)은 함수형태가 유연할수록 적합도는 향상되지만, 정규성 조건의 만족도는 낮아지는 경향이 있음을 발견하였다.

126) Barnett(2002)는 비용함수 분석에서 정규성 조건을 만족시키지 못할 경우 추정된 비용함수가 생산주체의 비용최소화 행동에서 비롯되었다고 볼 수 없으므로 생산기술에 대한 대표성이 확보되지 않는다고 기술하였다. 따라서 정규성을 만족시키기 위해 유연함을 장점으로 하는

라서 이 두 요소의 오목성 조건을 제외한 다른 조건들의 만족도와 모형의 추정결과에 대한 통계적 적합도 등을 고려할 때 이를 이용하여 국내 시내버스운송업의 비용구조를 분석하는 것은 합리적이라 판단된다.

<표 V-4> 푸리에 총비용함수모형의 정규성 조건 만족도

정규성 조건		만족건수(%)
요소가격에 대한 비감소성	노동	159/159(100)
	연료	159/159(100)
	정비	159/159(100)
	자본	159/159(100)
산출량에 대한 단조성	일반버스 대기로	158/159(99)
	좌석버스 대기로	53/159(33)
요소가격에 대한 오목성	노동	153/159(96)
	연료	69/159(43)
	정비	159/159(100)
	자본	35/159(22)

초월대수 형태의 비용함수(푸리에 비용함수 역시 초월대수비용함수의 유형임)에 사전적으로 오목성 등의 제약을 가하여 분석하기도 하였으나 이런 경우 함수의 유연성이 크게 제약된다. 한종학·양시훈(2011)은 인천시 시내버스업체를 대상으로 초월대수 비용함수를 추정한 이후 오목성을 만족하지 않아 오목성 제약하에서의 비용함수 역시 추정하였다. 추정결과 규모의 경제성 지수가 오목성 제약 하에서 더 커졌지만, 두 비용함수의 차이가 큰 것은 아니었다.

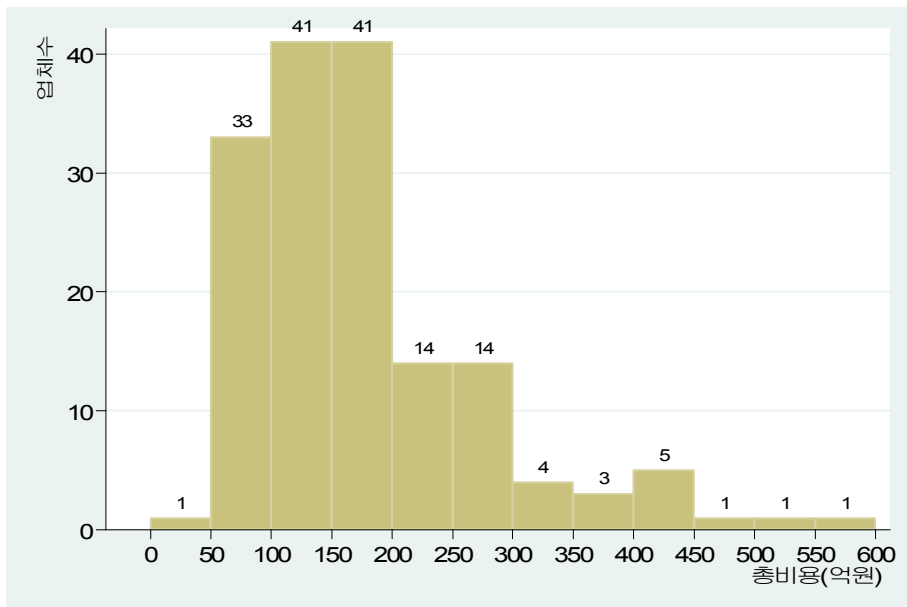
### 3) 예측오차율

푸리에 함수형태는 특정한 점에서 근사하는 초월대수 함수형태에 비해 자료의 전체를 잘 근사하는 함수로 알려져 있다. Kuenzle(2005)은 초월대수와 푸리에 함수형태를 이용하여 비용함수를 추정하고, 추정된 비용함수를 이용하여 종속변수인 총비용을 예측하였다. 그리고 실제 비용과의 차이를 오차율로 나타내어 초월대수 총비용함수와 푸리에 총비용함수 간에 어떠한 함수가 자료의 전체 범위에 걸쳐 오차가 작은 지를 그래프로 나타내었다. 그 결과 부분적으로는 초월대수 총비용함수의 예측오차가 상대적으로 작았지만 전반적으로는 푸리에 총비용함수의 예측오차가 작게 나타났고, 이는 초월대수 함수형태가 국지적인 근사함수이고 푸리에 함수형태가 전역적인 근사함수이기 때문인 것으로 설명하였다.

본 연구에서도 Kuenzle(2005)의 두 함수형태 간의 예측오차를 비교하는 방법을 적용하였는데, 표본의 구분방법은 달리 적용하였다. Kuenzle(2005)은 전체 자료를 10개로 구분할 때 동일한 관찰점의 수를 갖도록 구분하였는데, 본 연구에서 구축한 자료는 [그림 V-2]와 같이 총비용의 분포가 균일하지 않고 오른쪽 꼬리가 긴 형태이므로 단순히 자료를 10등분하면 등분된 부분표본(subsample) 간에 서로 이질적인 관찰점이 포함되게 된다. 따라서 본 연구에서는 비용의 중앙값(median)<sup>127)</sup>과 각 관찰점(업체)의 비용과의 거리, 즉 떨어져 있는 정도를 반영하여 구분하였다.<sup>128)</sup>

127) 총비용의 중앙값(TC<sub>median</sub>)은 156.44억원이 총비용인 부산업체이다. 평균이 아닌 중앙값을 기준으로 한 이유는 [그림 V-2]와 같이 총비용의 분포가 대칭적이지 않고, 총비용이 큰 몇 업체들이 평균에 큰 영향을 주기 때문이다.

128) 중앙값과 각 관찰점 간의 거리(%) =  $\frac{TC_i - TC_{median}}{TC_{median}} \times 100$



[그림 V-2] 표본에 포함된 시내버스업체의 총비용 분포

<표 V-5>는 Kuenzle(2005)의 방법론으로 본 연구의 자료를 10등분한 부분표본과 본 연구에서 설정한 방법론에 따라 구분한 부분표본을 비교한 것이다. 본 절에서는 푸리에와 초월대수 함수형태<sup>129)</sup> 중 어떤 함수형태가 표본의 전 영역에서 예측성이 더 높은 지를 확인하여 모형의 적합성을 분석하는 데 목적이 있으므로 표본의 전체 영역을 고르게 반영할 수 있도록 10개의 부분표본을 구분하여야 한다.

Kuenzle(2005)의 방법론에 따라 관찰점수를 기준으로 구분하면 본 연구의 자료와 같이 한쪽으로 치우친 자료의 경우 업체수는 균일하지만, 관찰점이 밀집된 영역과 넓게 분포된 영역 간에 구분 기준 차이가 크다. 반면 비용의 중앙값과 각 관찰점의 비용 간의 거리를 기준으로 부분표본을 구분하면 업체 수는 균일하지 않지만, 자료의 전체 영역을 공평하게 대표할 수 있다.

129) 초월대수 총비용함수모형 추정결과는 부록 A에 제시하였다.

<표 V-5> 10등분 방법별 부분표본(subsample)의 비교

부분 표본	Kuenzle(2005)의 방법			본 연구의 방법		
	총비용	중앙값과 거리(%)*	업체수	총비용	중앙값과 거리(%)*	업체수
		(범위)**			(범위)**	
1	40~85	-71~-46	16	40~80	-71~-50	7
		(45)			(40)	
2	85~95	-46~-39	16	80~110	-50~-30	40
		(10)			(30)	
3	95~115	-39~-29	16	110~140	-30~-10	25
		(20)			(30)	
4	115~134	-29~-14	16	140~170	-10~10	23
		(19)			(30)	
5	134~156	-14~0	16	170~200	10~30	23
		(22)			(30)	
6	156~172	0~10	16	200~230	30~50	7
		(16)			(30)	
7	172~195	10~25	16	230~270	50~70	9
		(23)			(40)	
8	195~240	25~55	16	270~300	70~100	10
		(45)			(30)	
9	240~300	55~100	16	300~380	100~140	6
		(60)			(80)	
10	300~600	100~	15	380~600	150~	9
		(300)			(220)	

주: \* 중앙값과 거리(%) =  $\frac{TC_i - TC_{median}}{TC_{median}} \times 100$ , 여기서  $TC_{median}$  = 156.44억 원.

\*\* ( )안의 값은 부분표본(subsample)별 총비용 범위임.

따라서 본 연구에서는 중앙값과의 거리를 기준으로 10개의 부분표본을 구분하였고, 업체별로 예측오차율= $\left|(TC_i - \widehat{TC}_i)/TC_i\right|$ <sup>130)</sup>을 계산하여 이를 부분표본별로 평균하였다.

<표 V-6> 부분표본별 총비용의 예측오차율 비교  
: 초월대수와 푸리에 함수형태

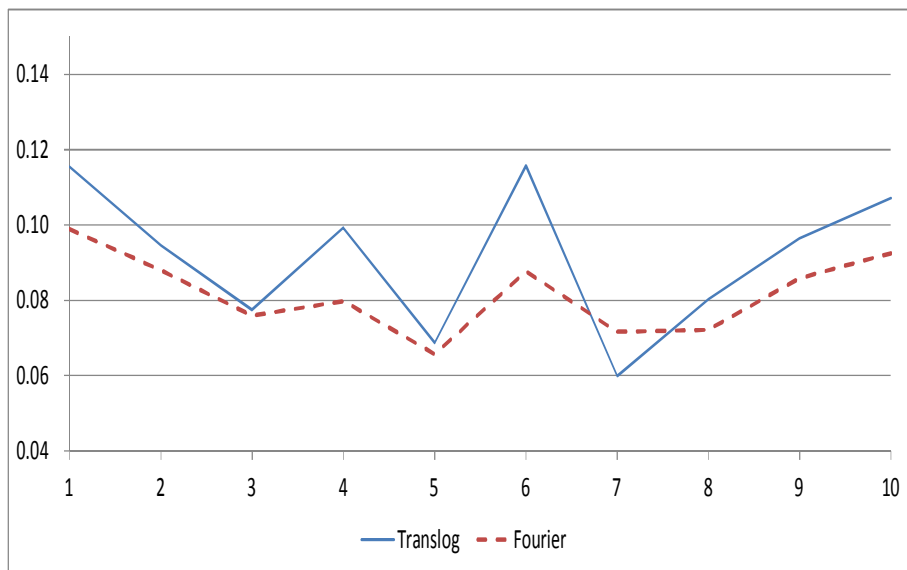
부분 표본	중앙값과의 거리(%)	업체수	초월대수 비용함수의 오차율	푸리에 비용함수의 오차율
1	-50 ~ -71	7	0.115	0.099
2	-30 ~ -50	40	0.095	0.088
3	-10 ~ -30	25	0.078	0.076
4	-10 ~ 10	23	0.099	0.080
5	10 ~ 30	23	0.069	0.066
6	30 ~ 50	7	0.116	0.088
7	50 ~ 70	9	0.062	0.080
8	70 ~ 100	10	0.072	0.096
9	100 ~ 140	6	0.096	0.086
10	150~	9	0.107	0.093

[그림 V-3]은 초월대수와 푸리에 비용함수의 총비용의 예측오차율을 부분표본별을 나타낸 것이다. 부분표본들 중 일부(부분표본 7 등)에서 초월대수 비용함수의 예측오차율이 더 작지만, 전반적으로

130) 여기서  $TC_i$ 는 업체  $i$ 의 총비용 실제치이고,  $\widehat{TC}_i$ 는 추정된 초월대수 비용함수 또는 푸리에 비용함수를 이용해 구한 업체  $i$ 의 총비용예측치이다.

푸리에 비용함수의 상대적인 예측오차가 더 작다. 특히 중앙값으로부터 멀리 떨어진 부분표본 1과 10에서 상대적으로 이러한 특성이 뚜렷하게 나타남을 알 수 있다. 즉 푸리에 함수형태를 이용하면 특정 구간에서 추정의 정확성을 높이기보다는 자료의 전체 범위에서 오차를 줄일 수 있는 것으로 판단된다.

이론적으로 푸리에 함수형태의 경우 차수가 높을수록, 즉 삼각함수항을 많이 포함할수록 모형의 적합성이 높아지므로 예측오차도 감소한다. 그러나 본 연구에서 설정한 푸리에 총비용함수모형은 차수가 2차로 낮고, 산출물 변수에만 삼각함수항을 도입하여 삼각함수항이 6개로 많지 않았음에도 불구하고 초월대수 함수형태에 비해 예측오차가 전반적으로 상당히 낮다는 점에서 효율적으로 푸리에 총비용함수를 추정 한 것으로 판단된다.



[그림 V-3] 초월대수와 푸리에 함수형태의 총비용 예측오차율 비교

### 3. 비용구조의 분석결과

#### 1) 생산요소의 편대체탄력성과 요소수요의 가격탄력성

##### 가. 시내버스운송업 전체에 대한 탄력성

<표 V-7>과 <표 V-8>은 푸리에 총비용함수의 추정결과에 따라 설명변수의 표본 평균점에서 Allen의 자기 및 교차편대체탄력성과 요소수요의 자기 및 교차가격탄력성을 각각 추정하여 제시한 것이다.

먼저 <표 V-7>에서 볼 수 있듯이 연료와 자본의 자기편대체탄력성이 유의한 (-)의 부호를 갖지 못하므로 오목성 조건을 만족하지 못한다. 이러한 결과는 시내버스운송업에서 노동과 정비는 효율적인 요소 투입이 이루어지고 있으나, 연료와 자본은 그렇지 않다는 것을 의미한다. 한편 교차편대체탄력성이 (-)의 부호를 가지면 보완관계이고, (+)의 부호를 가지면 대체관계이다. <표 V-7>에서 볼 수 있는 것처럼 노동-자본과 연료-자본은 유의한 (-)의 부호를 가지므로 보완관계이고, 노동-정비와 정비-자본은 유의한 (+)의 부호를 가지므로 대체관계이다. 노동-연료와 연료-정비는 부호는 (+)이지만 유의하지 않으므로 독립적인 관계라고 할 수 있다.

<표 V-7> 알렌의 자기편대체탄력성과 교차편대체탄력성 추정결과

가격 수요	노동(l)	연료(f)	정비(m)	자본(k)
노동(l)	-0.046**	0.046	0.949***	-0.186***
연료(f)	0.046	0.067	0.026	-0.343**
정비(m)	0.949***	0.026	-20.776***	2.715***
자본(k)	-0.186***	-0.343**	2.715***	0.492**

주: \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 나타냄.



<표 V-8> 요소수요의 자기가격탄력성과 교차가격탄력성 추정결과

수요 \ 가격		노동(l)	연료(f)	정비(m)	자본(k)
노동(l)	2008년	-0.029**	0.029	0.592***	-0.116***
	2012년	-0.029**	0.026	0.600***	-0.123***
연료(f)	2008년	0.009	0.014	0.005	-0.070**
	2012년	0.009	0.012	0.007	-0.070**
정비(m)	2008년	0.043***	0.001	-0.943***	0.123***
	2012년	0.044***	0.002	-0.939***	0.128***
자본(k)	2008년	-0.024***	-0.044**	0.346***	0.063**
	2012년	-0.023***	-0.040**	0.331***	0.066**

주: 1) \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 나타냄.

2) 2008년은 본 연구에서 구축한 자료의 기준년도이고, 2012년은 2008년 자료에 2012년까지의 표준운송원가 증가율을 적용하여 2012년 기준으로 요소가격을 변환하였음.

<표 V-8>에서 모든 요소수요의 가격탄력성의 절대값이 1보다 작으므로 요소수요는 요소가격에 대해 비탄력적임을 알 수 있다. 다만 정비 자기가격탄력성이 1에 가까운 유의한 음수이므로 정비요소수요는 탄력적이라 할 수 있을 것이다. 투입요소 중에서 정비가 가장 탄력적인 이유는 버스업체가 결정할 수 있는 요소가 정비요소이기 때문이다. 즉 버스운송업은 공공적 성격이 강하기 때문에 노동요소나 자본요소, 연료요소는 시장상황에 따라 탄력적으로 변경하기 어렵지만 정비요소는 조정 가능하다. 예를 들어 운전기사 임금이 상승하여도 버스의 서비스 제고 및 운전기사 확충의 필요성 때문에 고용의 안정성이 보장되고, 연료의 경우는 버스차량 운행과 관련된 고정비용의 항목이기 때문에 가격이 상승한다 하여 줄이기 어렵다. 한편 자본의 경우에는 시내버스 운송업에 준공영제가 시행되면서 재정지원금을 대당 기준으로 지원하고 재정지원금 안에 차량구입과

관련된 자본비용이 포함되므로 업체 입장에서 굳이 차량구입을 피할 이유가 없어졌다는 점에서 본 연구의 자기가격탄력성 결과를 설명할 수 있을 것이다<sup>131)</sup>.

한편 2008년 기준 자료를 2012년 기준으로 변환한 자료를 이용하여 추정된 비용함수로부터 도출된 가격탄력성 역시 2008년 기준 자료를 이용하여 추정한 결과와 차이가 미미한 것으로 나타났다.

노동-정비의 교차탄력성은 유의한 (+)의 값을 가지므로 두 요소 간 대체관계가 성립한다. 구체적으로  $\psi_{lm}=0.592$ 이므로 정비가격이 1% 상승하면 노동수요가 0.592% 증가하고,  $\psi_{ml}=0.043$ 이므로 노동가격이 1% 상승하면 정비수요가 0.043% 증가한다. 즉 정비가격 상승으로 정비를 소홀하게 하게 되면 운행 중 고장 등이 발생할 수 있어 운전기사의 효율적인 투입이 어려워져서 운전기사가 더 많이 필요하다고 해석할 수 있다. 정비-자본의 교차탄력성도 대체관계이다. 즉 신규차량은 정비를 적게 필요로 하기 때문에 운영자는 오래된 차를 정비해서 이용하기 보다는 새 차를 사서 오래된 버스를 대체하기를 원한다는 의미로 해석 가능하다.<sup>132)</sup>

따라서 국내 시내버스운송업의 경우 모든 생산요소의 가격탄력성은 비탄력적이고, 대체탄력성은 모두 1보다 작기 때문에 요소대체성이 약하다고 설명할 수 있다.

본 연구와 선행연구에서의 생산요소 간의 관계는 <표 V-9>와 같다. 노동과 자본은 대체관계인 것으로 알려져 있으나, 버스운송업에서는 자본비용이 차량관련 비용이므로 노동비용의 기사와 자본비용의 차량은 상호 보완적이다. 즉 차량 한 대에 기사 한 명이 필요하다는 의미로 이 결과는 Berechman and Giuliano(1984)와 같다. 김성수·김민정(2001)과 한종학·양시훈(2011)에서는 노동과 자본이

---

131) <표 V-7>에서 준공영제를 시행하지 않은 인천과 울산의 경우 자본 요소의 자기편개체탄력성의 부호가 (-)임을 알 수 있다.

132) 역으로는 오래된 차를 정비해서 신규차량을 대체하는 것으로 해석할 수도 있으나, 이와 같은 경우는 0.123으로 탄력성이 더 낮다.

대체관계로 분석되었으나, 한종학·양시훈(2011)은 표준편차를 제시하지 않아 통계적 유의성을 알 수 없다. 또한 버스운송업의 특성을 고려하면 두 생산요소는 보완관계로 추정된 본 연구의 결과가 더 타당한 것으로 사료된다.

<표 V-9> 본 연구와 선행연구의 생산요소 간 관계 추정결과 비교

구분	보완재(-)		대체재(+)	
	노동-자본	연료-자본	노동-정비	정비-자본
본 연구 결과	차량한대에 한 명의 기사가 필요	신규차량은 에너지 비효율적	정비가 잘된 차량은 낮은 고장으로 적은 노동손실	신규차량은 정비가 적게 필요
같은 결과	• Berechman and Giuliano (1984)		• Berechman (1987) • Karlaftis and McCarthy(2002) • 김성수·김민정 (2001)*	• Williams and Dalal(1981) • Berechman and Giuliano (1984)
다른 결과	• 김성수·김민정 (2001) • 한종학·양시훈 (2011)**	• Berechman and Giuliano (1984) • 김성수·김민정 (2001) • 한종학·양시훈 (2011)**	• Williams and Dalal(1981) • Berechman and Giuliano(1984)	• 김성수·김민정 (2001)*

\* 통계적으로 유의하지 않으므로 독립적인 관계로 해석할 수 있음.

\*\* 표준편차를 제시하고 있지 않으므로 통계적 유의성을 알 수 없음.

또한 연료-자본의 보완관계는 신규차량은 에너지 비효율적이라는 의미로 해석할 수 있다. Berechman and Giuliano(1984), 김성수·김민정(2001)과 한종학·양시훈(2011)에서는 대체관계로 나타났으나, 신규차량은 차량내의 부가시설 및 에어컨 기능 등으로 에너지 비효율적이기 때문인 것으로 판단된다. 반면 노동과 정비 간의 관계는 정비가 잘 된 차량이 고장 등으로 인한 노동손실을 경감시키므로 노동생산성을 높일 수 있기 때문에 본 연구결과와 같이 대체관계로 보는 것이 더 타당하다. 노동과 정비 간의 관계가 보완관계로 추정된 선행연구도 있으나, 그 이유는 명확하지 않다고 언급하고 있다. 또한 정비와 자본 간의 관계는 선행연구들도 대부분 본 연구결과와 같이 대체관계로 나타났다. 이는 신규차량은 정비를 적게 필요로 하기 때문이다. 전반적으로 본 연구에서 추정된 편대체탄력성은 국내 시내버스운송업의 특징을 잘 나타내는 것으로 판단된다.

#### 나. 도시별 탄력성

도시별 자기편대체탄력성( $\sigma_{ii}$ )과 교차편대체탄력성( $e_{ij}$ )은 <표 V-10>과 <표 V-11>에 제시되어 있다. 노동, 연료, 정비요소의 자기편대체탄력성은 도시에 따라 뚜렷한 차이를 보이지 않으나, 자본요소의 경우 준공영제를 시행하는 5개 도시와 시행하지 않는 2개 도시(인천, 울산) 간의 차이가 극명하다<sup>133)</sup>. 이는 준공영제 시행 도시에서는 대당 재정지원금을 지급받기 때문에 차량가격이 상승한다 하여 차량보유대수를 감축할 유인이 없음을 보여 준다. 반면 준공영제 미시행 도시에서는 차량가격이 상승하면 차량구입을 줄이는 등 상식적인 비용최소화 노력이 이루어지고 있음을 보여준다.<sup>134)</sup>

133) 울산은 유의하지 않은 (-)의 값을 갖지만 관찰점수가 3개에 불과하기 때문에 인천과 같이 (-)의 부호가 나온 것에 초점을 둔다.

134) 이러한 특징은 CNG 차량비율의 도시별 차이를 비교해보아도 뚜렷하

<표 V-10> 도시별 자기편대체탄력성의 추정결과

도시	$e_{ll}$	$e_{ff}$	$e_{mm}$	$e_{kk}$
서울	-0.033	0.189*	-22.083***	0.880***
부산	-0.056**	-0.126	-21.211***	0.597**
대전	-0.019	0.382***	-21.664***	1.543***
대구	-0.044**	-0.054	-18.952***	1.561***
광주	-0.064***	-0.179**	-18.260***	0.715***
인천	-0.081***	0.218**	-19.867***	-0.870***
울산	-0.041*	0.477***	-19.234***	-0.024

주: \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 나타냄.

<표 V-11> 도시별 교차편대체탄력성의 추정결과

도시	$e_{lf}$	$e_{lm}$	$e_{lk}$	$e_{fm}$	$e_{fk}$	$e_{mk}$
서울	0.036	0.947***	-0.156**	-0.072	-0.469***	2.917***
부산	0.095**	0.947***	-0.229***	0.076	-0.268**	2.776***
대전	0.012	0.950***	-0.276***	-0.107	-0.664***	3.026***
대구	0.090***	0.954***	-0.343***	0.146	-0.462***	2.784***
광주	0.101***	0.953***	-0.270***	0.219	-0.258***	2.563***
인천	-0.075*	0.948***	0.092**	0.024	0.001	2.168***
울산	-0.055	0.953***	-0.077	-0.010	-0.375***	2.461***

주: \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 나타냄.

다. 준공영제를 시행하는 도시에서는 CNG 차량이 경제적으로 더 유리하지만 이에 민감하게 반응하지 않았고, 준공영제를 시행하지 않는 도시에서는 민감하게 반응하여 빠른 차량 대체가 이루어졌다.

정비-자본 간의 대체탄력성이 준공영제를 시행하지 않는 인천과 울산의 경우 다른 도시에 비해 상대적으로 낮게 계측되었다. 이는 준공영제를 시행하는 도시에서 정비와 자본 간에 대체가 더 활발하다는 것을 의미한다. <표 V-10>의  $e_{kk}$ 를 근거로 판단해 볼 때 준공영제 시행도시에서는 오래된 차량을 정비하여 운행하기 보다는 신규차량을 구입하는 것을 더 선호하는 것으로 예상된다.

도시별 자기가격탄력성은 <표 V-12>에, 교차가격탄력성은 <표 V-13>에 제시되어 있다.

<표 V-12> 도시별 자기가격탄력성의 추정결과

도시	$\psi_{ll}$	$\psi_{ff}$	$\psi_{mm}$	$\psi_{kk}$
서울	-0.021	0.037*	-0.945***	0.106***
부산	-0.034**	-0.028	-0.944***	0.075**
대전	-0.013	0.071***	-0.945***	0.173***
대구	-0.028**	-0.012	-0.940***	0.175***
광주	-0.038***	-0.040**	-0.939***	0.088***
인천	-0.047***	0.042**	-0.942***	-0.156***
울산	-0.026*	0.087***	-0.941***	-0.003

주: \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 나타냄.

<표 V-13> 도시별 교차가격탄력성의 추정결과

도시	서울	부산	대전	대구	광주	인천	울산
$\psi_{lf}$	0.023	0.058**	0.008	0.056***	0.061***	-0.044*	-0.034
$\psi_{fl}$	0.007	0.021**	0.002	0.019***	0.023***	-0.015*	-0.010
$\psi_{lm}$	0.607***	0.579***	0.625***	0.597***	0.573***	0.549***	0.601***
$\psi_{ml}$	0.041***	0.042***	0.041***	0.047***	0.049***	0.045***	0.047***
$\psi_{lk}$	-0.139***	-0.141***	-0.182***	-0.215***	-0.162***	0.053**	-0.049
$\psi_{kl}$	-0.026***	-0.029***	-0.031***	-0.039***	-0.033***	0.016**	-0.011
$\psi_{fm}$	-0.014	0.017	-0.020	0.031	0.049	0.005	-0.002
$\psi_{mf}$	-0.003	0.003	-0.005	0.007	0.011	0.001	-0.0005
$\psi_{fk}$	-0.092***	-0.059**	-0.124***	-0.098***	-0.058**	0.001	-0.068***
$\psi_{kf}$	-0.057***	-0.034**	-0.075***	-0.252***	-0.032**	0.001	-0.052***
$\psi_{mk}$	0.125***	0.124***	0.132***	0.138***	0.132***	0.103***	0.120***
$\psi_{km}$	0.353***	0.348***	0.340***	0.312***	0.317***	0.389***	0.342***

주: \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 나타냄.

#### 다. 산출량 구성비율별 탄력성

<표 V-14>에서 알 수 있듯이 일반버스만 운행하는 경우와 두 가지 버스를 함께 운행하는 경우의 탄력성에는 큰 차이가 없다.

<표 V-14> 산출량 구성비율별 편대체탄력성의 추정결과

	일반버스만 운행 ( $p_1=1$ , $N=105$ )	일반버스와 좌석버스 함께 운행( $0 < p_1 < 1$ , $N=54$ )
$e_{ll}$	-0.041*	-0.057**
$e_{ff}$	0.191*	-0.122
$e_{mm}$	-22.083***	-18.677***
$e_{kk}$	0.329	0.861***
$e_{lf}$	0.020	0.091***
$e_{lm}$	0.947***	0.953***
$e_{lk}$	-0.144***	-0.275***
$e_{fm}$	-0.073	0.181
$e_{fk}$	-0.361***	-0.316***
$e_{mk}$	2.775***	2.627***
$\psi_{ll}$	-0.026*	-0.035**
$\psi_{ff}$	0.037*	-0.027
$\psi_{mm}$	-0.945***	-0.939***
$\psi_{kk}$	0.043	0.104***
$\psi_{lf}$	0.013	0.056
$\psi_{fl}$	0.004	0.020
$\psi_{lm}$	0.597***	0.582***
$\psi_{ml}$	0.041***	0.048***
$\psi_{lk}$	-0.091***	-0.168***
$\psi_{kl}$	-0.019***	-0.033***
$\psi_{fm}$	-0.014	0.040
$\psi_{mf}$	-0.003	0.009
$\psi_{fk}$	-0.071***	-0.067**
$\psi_{kf}$	-0.047***	-0.038**
$\psi_{mk}$	0.119***	0.132***
$\psi_{km}$	0.362***	0.318***

주: \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 나타냄.



## 라. 규모별 탄력성

마지막으로 규모에 따라 생산요소의 편대체탄력성과 요소수요의 가격탄력성의 차이가 있는지 검토하기 위해 <표 V-15>와 같이 보유차량대수가 50대 이하, 51~100대, 101~150대, 151~200대, 200대 이상 등 5개로 구분하였다.

<표 V-15> 시내버스업체의 규모별 편대체탄력성 추정결과

규모	50대 이하	51~100대	101~150	151~200	200대 이상
$e_{ll}$	-0.051**	-0.050**	-0.038*	-0.033	-0.030
$e_{ff}$	-0.021	0.061	0.138	0.148	0.115
$e_{mm}$	-19.441***	-20.449***	-22.030***	-22.797***	-23.436***
$e_{kk}$	0.637**	0.295	0.685***	0.990***	1.282***
$e_{lf}$	0.065*	0.041	0.041	0.048	0.062***
$e_{lm}$	0.952***	0.950***	0.947***	0.946***	0.945***
$e_{lk}$	-0.224***	-0.160***	-0.199***	-0.233***	-0.269***
$e_{fm}$	0.114	0.043	-0.054	-0.093	-0.111
$e_{fk}$	-0.329**	-0.300**	-0.411***	-0.471***	-0.505***
$e_{mk}$	2.642***	2.639***	2.865***	2.532***	3.128***
$\psi_{ll}$	-0.032**	-0.031**	-0.024*	-0.021	-0.020
$\psi_{ff}$	-0.005	0.012	0.027	0.029	0.230
$\psi_{mm}$	-0.941***	-0.943***	-0.945***	-0.946***	-0.947***
$\psi_{kk}$	0.050**	0.039	0.085***	0.118***	0.148***
$\psi_{lf}$	0.040*	0.025	0.026	0.031	0.040*
$\psi_{fl}$	0.014*	0.008	0.008	0.010	0.012*
$\psi_{lm}$	0.587***	0.587***	0.601***	0.606***	0.608***
$\psi_{ml}$	0.046***	0.044***	0.041***	0.039***	0.038***
$\psi_{lk}$	-0.138***	-0.099***	-0.126***	-0.149***	-0.173***
$\psi_{kl}$	-0.028***	-0.021***	-0.025***	-0.028***	-0.031***
$\psi_{fm}$	0.024	0.009	-0.011	-0.018	-0.022
$\psi_{mf}$	0.006	0.002	-0.002	-0.004	-0.005
$\psi_{fk}$	-0.069**	-0.061**	-0.082***	-0.093***	-0.101***
$\psi_{kf}$	-0.041**	-0.040**	-0.051***	-0.056***	-0.058***
$\psi_{mk}$	0.128***	0.122***	0.123***	0.125***	0.126***
$\psi_{km}$	0.330***	0.347***	0.355***	0.358***	0.361***

주: \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 나타냄.

노동요소의 자기편대체탄력성은 150대까지는 유의한 음수였으나 150대 이상에서는 유의하지 않은 음수로 나타났다. 이는 150대 이상 보유한 업체에서는 버스서비스의 안정적 공급이 더 우선시 되고 150대 이하 업체에서는 기사 임금수준에 대해 대형업체보다 민감하게 반응하여 기사 수를 탄력적으로 운용하는 것으로 보여진다.

노동-정비 간의 교차가격탄력성의 경우  $\psi_{lm}$ 이 비교적 높은 탄력성을 보여주며 규모가 커질수록 더 탄력적이다. 이는 정비가 제대로 안되어 운전기사가 차량고장 등으로 근무량이 높아지는 영향은 다른 영향력에 비해 크고 규모가 큰 대형업체일수록 더 크다. 이는 대형업체일수록 정비가격이 상승하더라도 적정 정비수준을 유지하여야 함을 의미한다. 노동-자본 간의 교차가격탄력성은  $\psi_{lk}$ 와  $\psi_{kl}$  모두 탄력성이 낮긴 하지만 양방향 모두 규모가 커질수록 조금씩 증가한다<sup>135)</sup>.

## 마. 소결

전체적으로 버스운송업의 탄력성은 낮기 때문에 생산요소의 투입비율이 경직성을 가지고 있다고 설명할 수 있다. 그 이유는 시내버스업체가 고정비율 유형의 생산기술 특징을 가지고 있어 요소가격의 변화에 탄력적으로 대응하지 못하기 때문이다.

자기편대체탄력성은 정비요소가 도시나 규모와 관계없이 유의한 음수로 절대값도 가장 크기 때문에 모든 경우에서 효율적인 요소투

---

135) 전반적으로 규모가 커지면 탄력성의 절대값이 커지는 추세속에서도 51~100대 사이에서는 다소 감소하는 경우가 종종 있다( $\psi_{kk}$ ,  $\psi_{fl}$ ,  $\psi_{lk}$ ,  $\psi_{kl}$ ,  $\psi_{fk}$ ,  $\psi_{kf}$ ,  $\psi_{mk}$ ). 이는 51~100대 사이에서 비용함수의 추세가 안정적인 것으로 해석할 수 있다. 실제로 추정결과 평균비용곡선의 형태가 전체평균인 91대 수준에서 L자형을 보이다가 다시 U자형으로 형태로 전환되었다. 즉 51~100대 사이에서 시내버스업체의 특성이 다른 규모와 다소 차이가 있는 것으로 사료되나 전반적인 추세에는 영향을 미치지 못한다.

입이 이루어지고 있는 것으로 나타났다.

한편 자본요소의 경우에는 준공영제 시행여부에 따라 차별화된다. 즉 준공영제 미시행시에만 유의한 음수로 추정되었는데, 이는 준공영제 미시행시는 재정지원이 없기 때문에 차량가격 상승시 업체는 차량 구입을 줄이는 전략을 취하지만 준공영제 시행시에는 재정지원이 대당 기준으로 이루어지기 때문에 업체에서 차량가격이 상승한다 하여 신규차량 구입을 줄이지 않는다는 것을 의미한다. 더구나 차량운행을 하지 않는 경우에도 차량보유에 따른 재정지원이 이루어지고 있기 때문에 예비차량의 비율을 줄이고자 하는 지자체의 노력에도 불구하고 감차율은 매우 낮은 실정이다. 이러한 준공영제의 부작용이 자본요소의 자기편대체탄력성에서 설명된다.

노동요소는 규모가 커지면서 점점 비효율적인 요소투입이 이루어짐을 보여준다. 차량보유대수가 150대 이상이 되면 유의하지 않은 음수가 되어 중형업체에서는 임금상승 등을 이유로 운전기사의 해고가 소형업체보다 쉽지 않은 것을 알 수 있고 이는 노조의 영향 때문인 것으로 추측된다.

교차편대체탄력성은 비용요소 간의 대체성과 보완성을 알려주는데, 먼저 시내버스운송업의 경우 일반 제조업 등과 달리 노동과 자본 간에 대체적인 관계가 아닌 보완적인 관계임이 나타났다. 이는 버스운송업의 자본이 주로 차량관련 비용이므로 차량에는 기사가 반드시 필요하기 때문이다.

또한 연료와 자본 간의 관계 역시 보완관계로 나타났는데 이는 신규차량이 에너지 비효율적이라는 것을 의미하고 현재 차량고급화에 따른 에너지 효율성을 고려할 때 현실이 잘 반영되었다. 이와 같이 노동과 자본, 연료와 자본을 제외한 나머지 비용요소 간에는 대체관계 또는 독립적인 관계를 보여준다.

요소수요의 교차가격탄력성은  $\psi_{lm}$  과  $\psi_{km}$  의 추정값이 각각 0.55~0.61, 0.31~0.39의 범위안에 비교적 크기 때문에 이에 대한 해석을 위주로 하겠다.

먼저  $\psi_{lm}$ 는 정비가격 상승에 따른 노동수요의 변화를 나타내는 것으로 정비가격 상승으로 정비를 소홀하게 하게 되면 운행 중 고장 등이 발생할 수 있어 운전기사의 효율적인 투입이 어려워져서 운전기사가 더 많이 필요하게 되는데 그 영향이 다른 요소 간의 영향보다 크다는 것을 의미한다.

$\psi_{km}$ 는 정비가격 상승에 따른 자본수요의 변화를 나타내는 것으로 마찬가지로 정비가격 상승시 차량수요가 증가함을 의미하고 이는 신규차량이 정비를 적게 필요로 하기 때문에 운영자는 오래된 차를 정비해서 이용하기보다는 새 차를 사서 오래된 버스를 대체하기를 원한다는 의미로 해석 가능하다.

이러한 결과를 통해 준공영제 시행 이후 인당 재정지원이 이루어지는 운전기사와 달리 해당 지원이 이루어지는 정비원수를 줄여 보다 많은 이익을 남기고자 하는 업체들의 경영방식이 경제적 측면에서 가장 좋지 않은 결과를 가져올 것으로 예상된다. 또한 정비요소가 가장 탄력적으로 나왔기에 업체 입장에서는 가장 손쉽게 비용 감축이 가능한 요소이지만 이를 함부로 줄이게 되면 정비비용은 줄일 수 있더라도 노동비용이 증가하게 되는 부작용을 가져오기에 적정수준의 정비는 유지해야 함을 시사한다.

## 2) 규모의 경제성

### 가. 시내버스운송업 전체에 대한 규모의 경제성

시내버스운송업에서 규모의 경제성은 대형화 정책을 평가하는 중요한 기준이 되기에 버스운송업에 대한 규모의 경제 여부는 여러 방법으로 분석되어 왔다.

가장 일반적인 방법은 규모에 따라 소형업체, 중형업체, 대형업체로 구분하여 업체별 평균비용을 산정하고 규모가 증가함에 따라 평균비용이 감소한다면 규모의 경제가 존재한다고 판단하는 방법이다.

또 다른 방법은 평균비용곡선이 U자형이나 L자형으로 체감하는 형태이며, 평균비용이 한계비용보다 클 경우 규모의 경제가 있다고 말하기도 한다. 그러나 가장 정확한 방법은 식[Ⅲ-15]에서 제시한 바와 같이 산출물의 비용탄력성을 이용하여 규모의 경제성 지수를 계산하는 것이다. 규모의 경제성 지수를 계산하기 위해서는 먼저 비용함수의 추정이 선행되어야 하므로 많은 선행연구들은 가장 간단한 첫 번째 방법을 많이 이용하여 왔다. 그러나 규모에 따른 평균비용의 추세를 나타낸 <그림 IV-2>에 따르면 규모가 커질수록 오히려 평균비용은 증가한 반면, 서울만을 대상으로 한 <그림 IV-3>에서는 우하향하는 추세를 보였다. 결국 도시나 산출량 구성비율 등을 제어하지 않고 단순히 산출평균비용만으로 규모의 경제를 판단하는 것은 무리한 방법임을 알 수 있었다.

본 연구에서 산정된 전체평균에서의 방사형 규모의 경제성 지수는 <표 V-16>에서 알 수 있듯이 0.031로 0에 가까운 유의하지 않은 양수이므로 규모수익불변(Constant returns to scale)으로 해석할 수 있다.<sup>136)</sup> 산출물별로는 모두 규모의 경제가 존재하지만 범위의 불경제로 인해 규모의 경제가 나타나지는 않은 것으로 판단된다.

<표 V-16> 규모의 경제성 지수 추정결과

구분	산출량 구성비율 (p1)	기준 년도	산출물별 규모의 경제성 지수		방사형 규모의 경제성 지수 (SCP <sub>0</sub> )
			일반버스 (SCP <sub>1</sub> )	좌석버스 (SCP <sub>2</sub> )	
전체 평균	0.9	2008년	0.122***	0.909***	0.031
		2012년	0.122***	0.909***	0.030

주: 1) \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 나타냄.

2) 2008년은 본 연구에서 구축한 자료의 기준년도이고, 2012년 자료는 2008년 자료에 2012년까지의 표준운송원가 증가율을 적용하여 요소가격을 2012년 기준으로 변환하였음.

136) 2012년 기준가격으로 변환한 자료를 이용하여 추정한 규모의 경제성 지수 역시 2008년 기준 원자료와 거의 유사하다.

## 나. 산출량 구성비율과 규모별 규모의 경제성

본 연구와 선행연구들과의 차별점은 규모의 경제성 지수를 산출량 구성비율별로 산정하였다는 점과 규모의 경제성 지수의 표준편차를 함께 제시하여 이에 대한 통계적 검증을 가능하게 하였다는 점이다.<sup>137)</sup> 산출량 구성비율과 산출량 규모에 따라 규모의 경제성 여부가 어떻게 변하는지는 [그림 V-4]에서 알 수 있다. 그래프에서 제외된 부분은 앞서 언급한 바와 같이 경제적 이론에 부합되지 않는 부분, 즉 산출물에 대한 비용탄력성이 음수로 나타나는 영역이다<sup>138)</sup>. 또한 규모의 경제성 지수가 통계적 유의성이 없는 경우는 규모수익 불변으로 판단하였다.

산출량과 산출량 구성비율에 따른 규모의 경제성을 살펴보면  $p1 \geq 0.7$ 인 경우<sup>139)</sup> 규모의 경제는 290대 이상에서는 존재하지 않지만 규모의 불경제 역시 380~410대 이상에서 나타나는 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 본 연구에서 구축된 자료의 규모가 32~302대 사이에 있으며 290대 이상인 업체는 두 개 업체<sup>140)</sup> 뿐임을 고려하면, 거의 모든 시내버스업체는 규모의 경제를 보이는 영역 내에 있다고 할 수 있다. 일반버스의 비중이 0.5~0.6으로 광역버스와 비슷한 비중으로 운행하는 경우에는 규모의 불경제가 나타나는 보유대수는 70~80대 정도로 현재 표본 평균보다도 작아진다. 이는 일반버스와 광역버스를 비슷한 비중으로 운행하는 경우 범위의 불경제가 가장 커지기 때문이다.<sup>141)</sup>

---

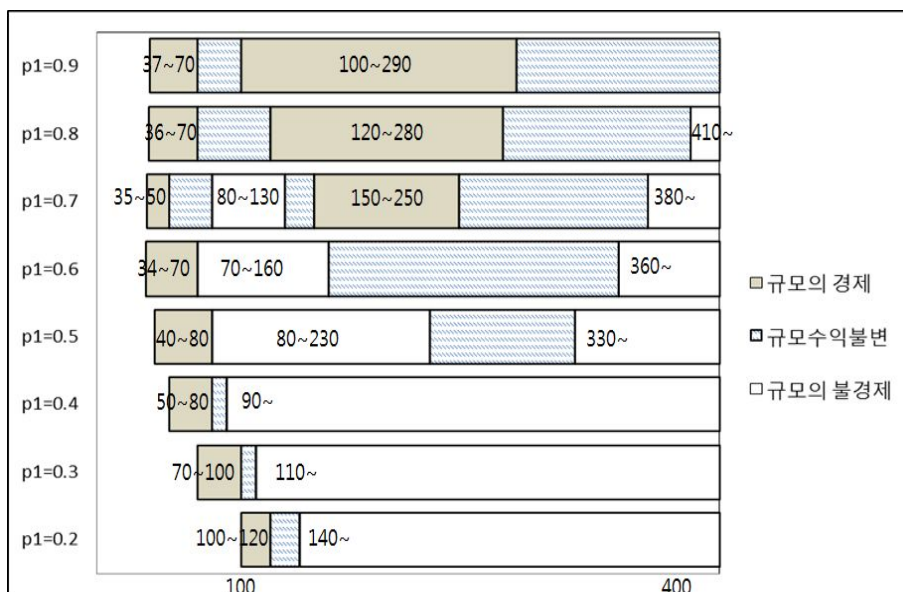
137) 국내뿐 아니라 국외의 선행연구들도 대체로 표본 평균을 기준으로 분석하였고, 산정된 규모의 경제성 지수에 대한 표준편차를 제시한 연구도 드물다.

138) 본 연구에서 이용된 159개의 업체들 자료에서 시내일반버스대수의 최소값이 23대이며 그래프에서 제외된 영역은 일반버스대수가 23대 미만인 영역으로 자료와 분석결과가 서로 일치한다.

139) 159개의 업체들의 산출량 구성비율은 일반버스만 운행하는 105개의 업체를 제외하면 일반버스의 비중이 0.7 이상인 업체수가 43개로, 두 가지 버스를 운행하는 54개의 업체의 80%를 차지한다.(표 IV-17 참조)

140) 299대를 보유한 서울업체, 302대를 보유한 광주업체가 이에 해당한다.

즉 시내버스운송업의 규모의 경제 존재 여부는 산출량 구성비율( $p_1$ )과 산출량에 따라 다르고, 이는 [그림 V-4]에서 나타낸 바와 일치한다.<sup>142)</sup> 일반버스를 주로 운행하는 경우에 규모의 경제가 가장 크게 나타나고, 규모의 불경제가 나타나는 규모 역시 400대 이상<sup>143)</sup>으로 크다. 반면 광역버스를 주로 운행하는 경우에는 약 140대 이상에서 규모의 불경제가 나타났다.



[그림 V-4] 산출량 구성비율과 규모별 규모의 경제성(SCP<sub>0</sub>)

141) 일부 영역( $p_1=0.5$ 일 때 230~330대,  $p_1=0.6$ 일 때 160~360대)에서 규모 수익불변이 나타나는 것은 규모의 경제성 추정치는 음수이지만 통계적 유의성이 없는 경우에 해당한다.

142) 업체별 규모의 경제성 지수를 산정한 결과 업체의 산출량 규모와 산출량 구성비율이 [그림 V-4]의 규모의 불경제 범위에서는 실제로 규모의 불경제가, 규모의 경제 범위에서는 실제로 규모의 경제가 나타났다. 이로써 규모의 경제 여부를 결정하는 것은 산출량과 산출량 구성비율임을 알 수 있다.

143)  $p_1=0.9$ 일 때는 규모의 불경제가 400대 규모에서도 나타나지 않았다.

국내 시내버스운송업은 산출물별로는 규모의 경제가 존재하는 반면, 방사형 규모의 경제는 범위의 불경제로 인해 한정적으로 존재하는 것으로 분석되었다. 규모의 불경제가 존재하는 것으로 나타나는 원인이 범위의 불경제 때문인 것으로 예상할 수 있는 근거는 일반 버스-km와 좌석버스-km가 규모의 경제를 갖더라도 전반적인 규모의 불경제가 일부 존재하고, 방사형 규모의 경제가 산출량 구성비율  $p1=0.5\sim0.6$ 일때 가장 작은 규모에서 소실되기 때문이다.

<표 V-17>은 규모의 경제성 관련하여 본 연구와 국내 선행연구 결과를 비교한 것이다.

<표 V-17> 본 연구와 선행연구의 규모의 경제성 추정결과 비교

본 연구 결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>p1=0.9</math>: 290대 이하에서 규모의 경제</li> <li>• <math>p1=0.7</math>: 30~50대, 150~250대 사이에서 규모의 경제</li> <li>• <math>p1=0.5</math>: 40~80대 이하에서 규모의 경제</li> </ul>
선행 연구 결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신동선(1997): 단일산출물(운송수입) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 규모의 경제성 지수 미산정</li> <li>- 100대 이하에서 규모의 경제 존재</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 김성수(1997): 단일산출물(운행거리) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 규모의 경제성 지수 미산정: 평균비용곡선 이용</li> <li>- 200대 이하에서 규모의 경제 존재</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 김성수 · 김민정(2001): 다수산출물(도시형, 좌석, 순환형 버스-km) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 101대에서 규모의 경제 존재</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 노승원(2007): 다수산출물(도시형, 좌석, 순환형 버스-km) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 121대에서 규모의 경제, 221대에서 규모의 불경제</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이태원(2009): 다수산출물(시내, 좌석버스-km) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 하위규모에서 규모의 경제 존재 (하위규모는 연간 총비용 200억원 미만)</li> </ul> </li> </ul>



본 연구에서 산출량 구성비율이 표본 평균인 일 때, 290대 이하에서 규모의 경제가 존재하는 것으로 분석된 결과는 선행연구의 결과보다 규모의 경제가 존재하는 범위가 더 확장된 것이다. 하지만 산출량 구성비율이 변경될 경우의 규모의 경제와 관련한 연구는 본 연구의 결과가 유일하여 비교할 수 없었다.

#### 다. 도시별 규모의 경제성

도시별 규모의 경제성은 <표 V-18>과 같이 서울과 대구만 규모의 경제가 존재하고 광주는 미미한 규모의 불경제를 보인다. 이는 도시별 특성 때문이 아니라 서울과 대구는 산출량 구성비율과 차량대수가 [그림 V-4]에서 규모의 경제가 존재하는 영역 내에 포함되고, 광주의 경우는 불경제 영역에 포함되기 때문이다.

<표 V-18> 도시별 규모의 경제성 지수 추정결과

구분	산출량 구성비율 (p1)	산출물별 규모의 경제성 지수		방사형 규모의 경제성 지수 (SCP <sub>0</sub> )
		일반버스 (SCP <sub>1</sub> )	광역버스 (SCP <sub>2</sub> )	
서울	0.91	0.215***	0.912***	0.127***
부산	0.93	0.089***	0.950***	0.038
대전	0.98	0.085***	0.980***	0.066
대구	0.82	0.222***	0.853***	0.075**
광주	0.72	0.191***	0.721***	-0.088***
인천	0.98	0.083***	0.896***	-0.022
울산	0.86	0.161***	0.853***	0.014

주: \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 나타냄.

즉 규모의 경제성을 결정하는 요인은 산출량 구성비율과 산출량만이 중요하게 작용하고, 그 외의 요소가격 등의 도시특성은 별다른 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있다. 기존의 서울을 대상으로 한 연구결과에서 규모의 경제가 존재하는 것도 이러한 이유 때문인 것으로 판단된다.

## 라. 규모의 경제 및 불경제가 나타나는 원인

방사형 규모의 경제성은 산출물별 규모의 경제성과 범위의 경제성에 의해 좌우된다. 즉 산출물별 규모의 경제가 크면 비록 범위의 불경제가 존재하더라도 규모의 경제를 갖지만 산출물별 규모의 경제가 작아지면 범위의 불경제로 인한 영향을 크게 받아 규모의 불경제를 갖게 된다.

방사형 규모의 불경제가 나타나는 원인은 범위의 불경제 때문이지만, 산출물별 규모의 경제가 나타나는 원인은 보다 구체적으로 검토해볼 필요가 있다.

규모의 경제성 여부가 어떤 생산요소의 영향을 받는지 파악하기 위하여 총비용을 구성하는 비용항목들을 규모에 따라 그 평균값을 계산하여 규모별 차이가 유의하게 존재하는지 검토하였다. 이후 그 차이가 실제로 규모 때문에 발생한 것인지를 검증하기 위해 비용항목 각각을 종속변수로 하고 규모에 대한 순서형 변수를 독립변수로 한 회귀분석을 수행하였다. 이때 준공영제 더미 및 산출량 구성비율도 독립변수로 포함하여 준공영제와 산출량 구성비율을 제약하였다.

<표 V-19>는 시내버스업체에 근무하는 직원들, 즉 운전기사와 관리원 및 정비원들에 대해 규모가 커짐에 따라 임금이 증가하는지, 그리고 대당 소요인원은 감소하는지를 보여준다.

기사와 정비원의 임금은 규모가 커지면서 일관성 있게 증가하며 이는 대형업체에서 기사와 정비원의 대우가 더 좋은 것으로 해석가

능하다. 한편 규모가 커지면 대당 기사수는 증가하고 대당 관리원수와 정비원수는 감소한다.<sup>144)</sup> 종합하면 기사 관련 비용은 규모가 커지면 인원수 측면에서나 임금 측면에서 증가하기 때문에 규모의 불경제 요인이 되고 정비원 관련 비용은 임금 측면에서는 규모의 불경제 요인이 되지만 인원수 측면에서는 규모의 경제 요인이 된다. 즉 대당 노동비용은 규모가 커지면서 증가하다가 200대 이상에서 감소하는 것으로 나타나 총비용에서 가장 큰 비중을 차지하는 노동비용을 고려하면 200대 이상으로 대형화하는 것이 비용 측면에서 경제적인 것으로 해석할 수 있다.

<표 V-19> 시내버스업체의 규모별 직원 임금과 대당 소요인원

		50대 미만	51~100대	101~150대	151~200대	200대 이상
임금 (백만원/인)	기사	2.802	2.852	2.958	3.250	3.106
	관리원	2.258	2.771	2.626	2.785	2.362
	정비원	2.569	2.746	2.792	2.810	2.818
대당 소요인원 (인/대)	기사	2.707	2.750	2.824	2.871	2.874
	관리원	0.214	0.227	0.226	0.227	0.196
	정비원	0.125	0.113	0.107	0.123	0.088
노동비용 (백만원/대-월)		8.389	8.782	9.246	10.309	9.638

144) 대당 관리원수는 200대까지는 거의 일정하다가, 200대 이상이 되면 감소한다.

기사, 관리원, 정비원의 임금을 각각의 종속변수로 하고 규모변수<sup>145)</sup>를 독립변수를 한 회귀분석 결과인 <표 V-20>에서도 기사 임금과 정비원 임금은 규모가 커지면 증가하는 것으로 나타났다.

<표 V-20> 시내버스업체의 규모가 임금에 미치는 영향에 관한  
회귀분석 결과

독립변수 \ 종속변수	기사 임금	관리원 임금	정비원 임금
준공영제 시행더미(D1)	0.828***	-0.309	0.438***
산출량 구성비율(p1)	0.166	0.846*	0.378*
규모 변수(group)	0.080***	0.073	0.056*

주: 1) \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 나타냄.  
2) 상수는 생략하였음.

대당 운전기사수, 대당 관리원수, 대당 정비원수를 종속변수로 한 회귀분석 결과는 <표 V-21>에 제시하였고, 그 결과 역시 정비원수는 규모가 커지면서 감소하고 운전기사수는 증가하는 것으로 보여 준다. 대당 관리원수도 (-)의 부호를 보이지만 <표 V-19>에서 확인한 바와 같이 200대까지는 감소하지 않기 때문에 통계적 유의성은 낮게 나타났다.

145) 규모변수인 group은 차량보유대수에 따라 5개의 그룹으로 구분한 순서형 변수로써, 각 그룹의 차량보유대수는 50대 미만, 51~100대, 101~150대, 151~200대, 200대 이상으로 구분된다.

<표 V-21> 시내버스업체의 규모가 직원수에 미치는 영향에 관한  
회귀분석 결과

종속변수 독립변수	대당 운전기사수	대당 관리원수	대당 정비원수
준공영제 시행더미(D1)	0.378***	0.030*	0.039***
산출량 구성비율(p1)	0.109	0.040	-0.028
규모 변수(group)	0.040***	-0.001	-0.008**

주: 1) \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 나타냄.  
2) 상수는 생략하였음.

연료비용 관련해서는 일반적으로 대형업체에서 소형업체보다 더 저렴한 가격으로 연료를 구입할 수 있어서 규모의 경제가 있다고 알려져 있으나 본 자료에서는 업체 간 연료단가를 동일하게 적용하였기에 연료비용과 규모의 경제성은 관련이 없다.

다음으로 정비원 비용 이외의 정비비용, 즉 타이어비, 차량정비비, 세차검사비가 규모와 관련이 있는지 분석하였다. 이때 타이어비와 차량정비비, 세차검사비 등은 대당 비용으로 환산하였다. <표 V-22>에서 알 수 있듯이 세 가지 비용항목이 모두 규모 증가에 따라 감소 추세를 보인다.

하지만 대당 타이어비, 차량정비비, 세차검사비는 200대 이상보다 150~200대 사이에서 가장 작은 값을 가진다. 따라서 <표 V-22>로 판단해보면 적어도 정비원 비용을 제외한 정비관련비용은 151~200대 사이에서 가장 낮고 200대 이상이 되면 다시 증가한다.

<표 V-22> 시내버스업체의 규모별 정비관련 세부비용

(단위: 백만원/대)

구분	50대 미만	51~100대	101~150 대	151~200 대	200대 이상
대당 타이어비	1.117	1.051	0.970	0.822	0.909
대당 차량정비비	3.770	3.337	3.271	2.704	3.116
대당 세차검사비	0.116	0.114	0.725	0.023	0.030

대당 타이어비, 차량정비비, 세차검사비를 종속변수로 한 회귀분석 결과는 <표 V-23>에 제시하였고, 세 가지 비용항목이 비록 유의성의 차이는 있지만 모두 음수이므로 규모에 반비례하기 때문에 규모의 경제에 영향을 주는 요인이다.

<표 V-23> 규모가 정비관련 세부비용에 미치는 영향에 관한 회귀분석 결과

독립변수 \ 종속변수	대당 타이어비	대당 차량정비비	대당 세차검사비
준공영제 시행더미(D1)	-0.479***	-1.451***	0.091*
산출량 구성비율(p1)	-0.819***	-3.172***	0.225*
규모 변수(group)	-0.064*	-0.194**	-0.029

주: 1) \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 나타냄.

2) 상수는 생략하였음.

자본비용 중에서 차량가격은 업체규모와 관계없이 일정하기 때문에 규모의 경제와 관련이 없고 대당 사고보상비, 대당 기타차량관련 비용, 대당 기타관리비 항목도 <표 V-24>와 같이 규모에 따른 평균값의 차이가 유의하지 못하여 규모의 경제와는 관련이 없는 것으로 판단된다. 다만 보험료는 규모가 증가하면 커지는 것으로 나타나 규모의 불경제 요인이 되는 것으로 보인다.

<표 V-24> 시내버스업체의 규모별 자본관련 세부비용

(단위: 백만원/대)

구분	~50대	51~100대	101~150 대	151~200 대	200대~
대당 보험료	3.005	4.315	4.402	4.830	4.135
대당 사고비용	0.035	0.186	0.072	0.026	0.076
대당 기타차량비용	2.001	2.010	1.706	4.048	1.878
대당 기타관리비	5.271	5.564	5.229	3.886	4.303

대당 보험료, 사고비용 등을 종속변수로 한 회귀분석 결과는 <표 V-25>에 제시하였고, 대당 보험료는 규모의 불경제 요인이 되며 나머지 항목은 규모에 연동되지 않는다.

<표 V-25> 규모가 자본관련 세부비용에 미치는 영향에 관한  
회귀분석 결과

독립변수 \ 종속변수	대당 보험료	대당 사고비용	대당기타 차량비용	대당기타 관리비용
준공영제 시행더미(D1)	-2.457***	-0.387***	-1.987***	1.074*
산출량 구성비율(p1)	0.593	0.138	1.182	1.296
규모 변수(group)	0.464***	0.001	0.237	-0.346

주: 1) \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 나타냄.

2) 상수는 생략하였음.

결국 규모의 경제 및 불경제에 영향을 주는 요인들은 <표 V-26>과 같이 요약된다.

<표 V-26> 규모의 경제성에 영향을 주는 요인들

규모의 경제 요인	규모의 불경제 요인	규모와 독립적인 요인
관리원수	기사 수	관리원 임금
정비원수	기사 임금	사고보상비
타이어비	정비원 임금	기타차량비용
차량정비비	보험료	기타관리비
세차검사비		

그러나 기사 임금과 보험료, 관리원 임금과 기타관리비도 200대 이상에서 감소추세로 전환되므로 200대 이상에서는 대체로 규모의 경제가 발생할 가능성이 높다고 해석할 수 있다. 이처럼 항목별로 규모에 따라 증가하거나 감소하는 추세가 다양하기 때문에 일률적인 규모의 경제나 불경제가 나타나지 않고 다양하게 나타나게 되는 것이다.

#### 마. 대형화 정책에 대한 시사점

국내 7개의 대도시임에도 불구하고 시내버스업체의 규모는 <표 V-27>과 같이 영세한 편이다.

<표 V-27> 시내버스업체의 규모

구분	업체수 (개)	버스차량 보유대수(대/업체)		
		평균	최소	최대
전체 업체	159	92	32	302
상위 20%	31	170	126	302
차상위 20%	32	103	87	123
중위 20%	28	80	73	86
차하위 20%	36	64	54	72
하위 20%	32	46	32	53



업체규모가 작기 때문에 발생하는 단점<sup>146)</sup>은 첫째, 영세한 업체가 많아져서 관리가 어렵고 업체 간 이해관계가 복잡성으로 인한 노선 조정의 어렵다는 점, 둘째 장래 버스교통 여건변화에 능동적인 대응이 어렵다는 점이다. 반면 버스업체 대형화에 따른 단점으로는 첫째, 특정업체의 대형화와 자연독점 발생 우려, 둘째, 대형업체의 영향력 증대로 발생하는 악영향 우려<sup>147)</sup>, 셋째, 부실업체 인수로 인한 우량업체의 부실화 등이다.

이러한 상황에서 서울시를 비롯한 각 지자체에서는 버스업체의 규모를 대형화하려는 정책을 추진해오고 있다. 하지만 이러한 규모 대형화를 위한 인수 및 합병은 강제로 행할 수 없기 때문에 아직까지 지지부진한 상황이다. 더구나 준공영제 시행으로 영세업체의 자연적인 인수는 더 어려워진 상태이다.

시내버스운송업에 대한 규모의 경제 관련 국내 연구에서는 대부분 표본 평균에서 약한 규모의 경제가 존재하는 것으로 나타났지만 어느 정도의 규모까지 규모의 경제가 존재하느냐에 대해서는 일치된 결론은 없다.

본 연구 결과에 의하면 방사형 규모의 경제성은 [그림 V-4]와 같이 산출량 구성비율과 산출량에 따라 다양하게 나타난다.

국내 시내버스운송업에는 현재와 같은 산출량 구성비율을 유지할 경우( $p1=0.9$ ), 규모의 경제는 290대까지 존재하는 것으로 분석되었다. 반면 국내 시내버스업체의 평균 규모는 91.46대로 100대 미만이므로 시내버스운송업에 대한 대형화 정책은 비용 측면에서 경제적으로 타당하다고 말할 수 있다.

---

146) 서울시정개발연구원(2011), 『서울시 버스 준공영제 발전방안 연구』에서 발췌하였다.

147) 시와 이해관계 조정시 강력한 영향력 행사가 가능하다.

### 3) 시내일반버스와 좌석버스 간 범위의 경제성

#### 가. 시내버스운송업 전체에 대한 비용보완성

푸리에 총비용함수모형으로부터 도출된 산출물별 비용탄력성과  $COM_{qr}$ <sup>148)</sup> 추정치를 <표 V-28>에 제시하였다.

$$\epsilon_1 = \frac{\partial \ln TC}{\partial \ln Y_1}, \quad \epsilon_2 = \frac{\partial \ln TC}{\partial \ln Y_2} \quad [V-3]$$

$$\epsilon_{12} = \frac{\partial^2 \ln TC}{\partial \ln Y_1 \partial \ln Y_2}$$

$$COM_{12} = \epsilon_{12} + \epsilon_1 \epsilon_2$$

여기서  $Y_1$ 은 시내일반버스,  $Y_2$ 는 좌석버스를 말한다.

산출물에 대한 단조성 조건을 만족하기 위해서는  $\epsilon_q$ 가 0보다 커야 한다. 만약 0보다 작으면 한계비용이 음수가 나오게 되므로 비용함수의 경제적 조건에 부합하지 않게 된다. 따라서 본 연구에서는  $\epsilon_1$ ,  $\epsilon_2$ 가 0보다 큰 경우에만 산정된  $COM_{12}$ 가 의미가 있다고 판단하여 기술하도록 한다.

<표 V-28>에서 알 수 있듯이 차량대수 92대를 보유하고 일반버스의 비중이 90%인 업체가 국내 시내버스운송업의 전체 업체 특성을 대표하고, 이 경우 일반버스와 좌석버스 간의 범위의 경제성은 없으며 서로 독립적인 관계이다. 이러한 결과는 2012년 기준가격으로 변환한 자료를 이용하였을 경우에도 동일하다.

148) [식 III-11]에서 비용보완성의 부호를 결정하는  $\epsilon_{qr} + \epsilon_q \epsilon_r$ 을  $COM_{qr}$ 이라 하며 이 값이 음수일 때 비용보완성을 가지며 이때 범위의 경제성이 존재한다.

<표 V-28> 산출물별 비용탄력성과 비용보완성의 추정결과

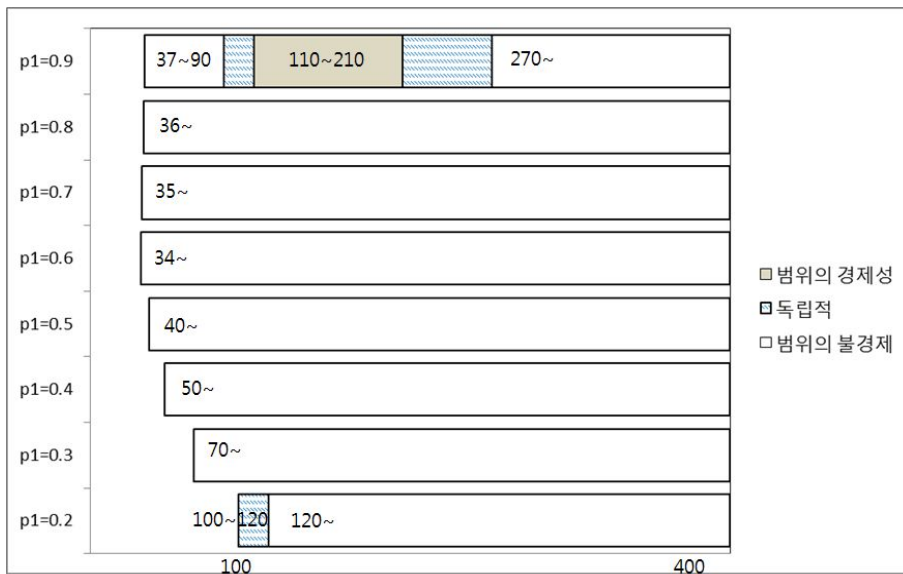
구분	산출량 구성비(p1)	기준 년도	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\epsilon_{12}$	$COM_{12}$
전체 평균	0.9	2008년	0.878***	0.091***	-0.074***	0.006
		2012년	0.878***	0.091***	-0.074***	0.006

주: 1) \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 나타냄.

2) 2008년은 본 연구에서 구축한 자료의 기준년도이고, 2012년 자료는 2008년 자료에 2012년까지의 표준운송원가 증가율을 적용하여 요소가격을 2012년 기준으로 변환하였음.

#### 나. 산출량 구성비율과 규모별 범위의 경제성

범위의 경제성도 규모의 경제성과 마찬가지로 산출량 구성비율(p1)과 산출량 규모에 따라 결정되고, 이는 [그림 V-5]에서 알 수 있다.



[그림 V-5] 산출량 구성비율과 규모별 범위의 경제성

전체적으로 범위의 불경제가 존재하고  $p1=0.9$ 인 경우 차량대수 110~210대의 업체에서는 범위의 경제가 나타나는 것으로 분석되었다.<sup>149)</sup> 결국 국내 시내버스운송업에서 일반버스와 좌석버스는 일부는 범위의 경제가 존재할 수도 있지만 대부분의 경우에는 범위의 불경제가 나타나는 것으로 판단된다.

<표 V-29>는 규모의 경제성 관련하여 본 연구와 국내 선행연구 결과를 비교한 것이다. 본 연구에서 국내 시내버스운송업에는 일반버스와 좌석버스 간에 전반적으로 범위의 불경제가 존재하는 것으로 나타났고, 이는 선행연구 결과와 대체로 일치한다.

<표 V-29> 본 연구와 선행연구의 범위의 경제성 추정결과 비교

본 연구 결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>p1=0.9</math>: 110~210대 사이에서 범위의 경제, 나머지 범위에서 범위의 불경제</li> <li>• <math>p1=0.7</math>, <math>p1=0.5</math>: 전체 범위에서 범위의 불경제</li> </ul>
선행 연구 결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 김성수·김민정(2001): 다수산출물(도시형, 좌석, 순환형 버스-km) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 도시형과 좌석버스 간에 범위의 경제</li> <li>- 그러나 도시형 버스와 좌석버스를 함께 운행하는 업체의 수가 감소하고 있는 현실과 상반된다고 기술하고 있음.</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 노승원(2007): 다수산출물(도시형, 좌석, 순환형 버스-km) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 범위의 불경제</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이태원(2009): 다수산출물(시내, 좌석버스-km) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 상위~하위규모에서 범위의 불경제</li> <li>- 차하위규모는 독립적 관계(연간 총비용 100억원 미만)</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Di Giacomo &amp; Ottoz(2010): 이탈리아(시내, 시외버스-km) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 초월대수 함수형태: 범위의 불경제</li> <li>- 이차 함수형태: 범위의 경제</li> </ul> </li> </ul>

149) 그래프에서 제외된 부분은 [그림 V-4]에서와 마찬가지로 경제적 이론에 부합되지 않는 부분이다.

#### 다. 도시별 비용보완성

<표 V-30>과 같이 서울만  $COM_{12}$ 이 유의한 음수이기 때문에 범위의 경제성이 존재하는 것으로 나타났다. 이는 서울의 평균 산출량 구성비율이 0.9이고 차량대수 평균이 122.15대로 [그림 V-5]에서 범위의 경제가 존재하는 영역 내에 포함되기 때문이다. 즉 범위의 경제성 여부를 결정하는 데에 산출량 구성비율과 산출량만이 중요하게 작용하고 그 외의 요소가격 등의 도시특성은 별다른 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있다.

<표 V-30> 도시별 · 산출물별 비용탄력성과 비용보완성의 추정결과

구분	p1	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\epsilon_{12}$	$COM_{12}$
서울	0.91	0.785***	0.088***	-0.111***	-0.041***
부산	0.93	0.911***	0.050***	-0.044***	0.002
대전	0.98	0.915***	0.020	0.009	0.027
대구	0.82	0.778***	0.147***	-0.017**	0.098***
광주	0.72	0.810***	0.279***	-0.070***	0.157***
인천	0.98	0.918***	0.019	0.005	0.023
울산	0.86	0.839***	0.147***	-0.088***	0.035***

주: \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 나타냄.

## 라. 범위의 경제 및 불경제가 나타나는 원인

일반적으로 범위의 경제성은 생산자원의 공유효과와 부산물의 활용효과로 인해 발생한다. 시내버스운송업에서 범위의 경제성은 주로 생산자원의 공유효과 때문에 발생할 수 있는데, 일반버스와 좌석버스 간에 공유할 수 있는 투입요소는 많지 않기 때문에 전반적으로 범위의 불경제를 보이는 것으로 예상된다.

본 절에서는 범위의 불경제 혹은 경제가 나타나는 원인을 살펴보기 위해 노동비용 중에서 운전기사와 관리원의 공유가능성을 살펴보기로 한다. 운전기사와 관리원의 공유가능성이 있다면 일반버스만 운행하는 경우보다 좌석버스까지 함께 운행하는 경우가 해당 소요인원이 더 작을 것이다. 분석결과 일반버스만 운행하는 그룹(N=105)과 두 가지 버스를 함께 운행하는 그룹(N=54) 간에 해당 소요인원 평균의 차이가 있는지 통계적으로 검증<sup>150)</sup>한 결과 <표 V-31>에서 알 수 있듯이 운전기사는 공유가능성이 없고 관리원은 5%수준에서 공유가능성이 있는 것으로 나타났다.<sup>151)</sup>

<표 V-31> 운전기사 및 관리원의 공유가능성 분석결과

구분		일반버스만 운행	둘 다 운행	p-value	공유 가능성
대당 소요인원	운전기사	2.770	2.770	0.913	없다
	관리원	0.230	0.210	0.033	있다

150) 모평균에 대한 t검정을 수행하되, 통계적 검증시 두 그룹 간 분산은 서로 같다고 가정하였다.

151) 회귀분석을 통해 그룹별 대당 소요인원이 유의한지를 살펴본 결과 역시 마찬가지로 대당 운전기사 수는 유의하지 않고 대당 관리원수는 유의하게 나타났다.

결국 일반버스와 좌석버스의 침두시간대가 서로 다르다면 운전기사의 공유가 가능하겠으나, 침두시가 같기에 공유하기 어려운 것으로 판단된다. 반면 관리원은 사무직이므로 공유가 가능한 것으로 결론지을 수 있다. 그러나 노동비용 중에서 운전기사의 비중이 93.4%이고, 관리원의 비중은 6.6%에 불과하기 때문에 관리원의 공유가능성으로 인해 범위의 경제를 기대하기는 어려울 것으로 판단된다. 한편 연료비용은 주행거리당 비용이므로 버스유형에 따라 주행거리당 연료소비량과 단가가 동일하기 때문에 연료비용은 범위의 경제성과는 무관하다고 보는 것이 합리적이다.

정비비용은 정비원의 임금과 타이어비 등 물리적 정비비용의 합이다. 이중 정비원수는 차량대수에 비례하기 보다는 차량운행거리에 비례한다고 보는 것이 합리적일 것이다. 일일 운행거리가 길수록 정비의 필요도 더 커질 것이기 때문이다. 따라서 일반버스만 운행하는 경우와 둘 다 운행하는 경우 각각에 대해 십만키로당 정비원수를 산정하고 두 그룹 간의 평균이 일치하는지를 t-검정한 결과 <표 V-32>와 같이 공유가능성이 없는 것으로 나타났다. 타이어비와 기타 정비비용 등은 차량대수가 증가함에 따라 증가하는 것이 일반적이므로 범위의 경제와는 관련이 없다.

<표 V-32> 정비원의 공유가능성 분석결과

구분		일반버스만 운행	둘 다 운행	p-value	공유 가능성
대당 소요인원	정비원	0.136	0.134	0.772	없다

마지막으로 본 연구에서 구축한 자본비용은 차량비용이 총 자본비용의 52%를 차지한다<sup>152)</sup>. 일반적으로 자본비용은 차량비용과 보험료, 차고지 비용으로 구성되며 차고지 비용도 해당 기준이기 때문에 공유가능성은 낮다. 일반버스와 좌석버스 차량도 서로 제원이 다르므로 공유 불가능하다.

결국 시내버스 운송업에서 시내일반버스와 좌석버스 간에 공유 가능한 부분은 관리원수 뿐이다. 그러나 총비용에서 관리원 비용이 차지하는 비중은 4.3%에 불과하기 때문에 범위의 경제성이 존재하더라도 비용에 미치는 영향은 매우 작을 것이다.

한편 상이한 두 버스노선을 운행함으로 인한 복잡성 등으로 관리업무의 효율성 저하 등의 문제가 발생하게 되면 오히려 범위의 불경제가 나타날 수 있다. 예를 들면 차량제원이 일반버스와 좌석버스 간에 차이가 있기 때문에 일부 정비부품은 다르고, 두 가지 유형의 버스를 운행하면 비축해야 할 정비부품의 수도 많아져서 오히려 범위의 불경제가 나타날 수 있다. 관리비용 역시 어느 범위에서는 관리원수가 감소함으로 인해 범위의 경제가 나타날 수 있지만 적정 범위를 넘어서면 차종이 다른 버스들을 관리하는데 오히려 스케줄이나 수입금 관리 등에서 효율성이 저하되어 범위의 불경제가 나타날 수 있다.

본 연구에서 나타난 결과에 의하면 시내버스운송업은 전반적으로 일반버스와 좌석버스 간에 통합하여 운행하면 오히려 범위의 불경제가 나타나며, 범위의 경제성으로 보이는 경우는 극히 일부의 경우이다. 이는 관리업무의 공유로 인한 이익이 크지 않고 오히려 관리업무의 복잡성으로 인한 불이익이 크기 때문이다.<sup>153)</sup>

152) 보험료가 총자본비용의 18%, 기타 관리비가 21%를 차지한다.

153) 시내버스운송업의 두 가지 산출물인 일반버스-km와 좌석버스-km는 첨두 집중률의 차이는 있지만 첨두시간대가 유사하기 때문에 공유가능성이 낮아 범위의 경제가 존재하지 않는다. 그러나 고속버스업체의 경우는 대부분 고속버스와 전세버스를 함께 운행하고 있는데 그 이유는 두 버스 간에 공유가능성이 있기 때문이다. 고속버스 수요가 주말에 많은 반면 주중에는 수요가 적어 배차간격을 늘리게 되면 유휴버



#### 마. 광역버스 분리정책에 대한 시사점

본 연구 결과에 의하면 서울, 인천 등 7개의 특별시, 광역시들의 시내버스업체는 일반버스와 좌석버스를 함께 운행하는 것이 오히려 비용 측면에서 비효율적인 것으로 나타났다. 따라서 일반버스와 좌석버스는 각각 따로 전문화하여 운행하는 것이 비용 측면에서 더 경제적이다. 좌석버스가 대체로 광역기능을 수행하는 것으로 전제하면 본 연구의 분석결과는 현재 광역권, 특히 수도권의 광역버스 정책에 중요한 시사점을 준다.

수도권은 서울을 중심으로 일극 집중형 구조를 띠고 있어 서울을 오가는 통행량이 급증하고 있다. 그러나 대부분의 수도권 광역버스는 출퇴근 시간대에 이용수요가 집중되고 낮 시간대에는 급감하는 특징을 지니고 있다. 또한 관할기관 분절로 인한 수도권 지자체 간 갈등이 심하다. 두 개 이상의 시도를 운행할 경우 관련 시도가 협의하도록 하고 있으나 각 지자체의 입장이 달라 협의에 애로가 따르고 있다.<sup>154)</sup> 예를 들면 서울시는 준공영제를 시행하고 있으나 경기도는 미시행하고 있는 상황에서 서울시가 경기도의 신설노선을 허용하면 서울시가 인가한 광역버스업체의 수익성에 피해가 발생할 수 있으며 이럴 경우 준공영제 체제하에서 서울시의 버스적자 보전 금액이 더욱 증가할 수 있기 때문에 재정적인 측면에서도 경기도나 인천시의 버스진입을 반대하는 측면도 있다.<sup>155)</sup> 따라서 서울시에서

---

스가 생긴다. 이러한 버스를 전세버스로 활용하게 되면 유헬버스를 줄일 수 있기 때문이다. 이처럼 버스업체에서 결합생산의 이익을 누리기 위해서는 첨두시간대가 달라야 한다.

154) 경기도가 2008년 7월부터 2011년 7월까지 광역버스 증차 및 노선 연장 등을 위해 서울시에 건의한 건수는 총 333건으로 집계됐다. 하지만 이 중 서울시가 증차 및 노선연장에 동의한 건수는 23.1%인 77건에 불과했다. 나머지 76.9%인 256건은 서울시의 '부동의'로 증차 등이 무산됐다

155) 광역버스 관련 지자체 간 갈등해소를 위해 만든 수도권 교통조합의 “수도권 광역버스 사업계획 협의조정사무”는 조정결정의 법적 구속력 미비, 조정결정의 이행력 미확보 등으로 실효성이 미미하다.

는 점차적으로 서울시 시내버스업체의 광역버스 노선을 감축하고 있는 추세이다.<sup>156)</sup>

이러한 상황에서 서울시의 입장은 광역버스 특성상 경기도민이 많이 이용하는 노선에 한해 버스 면허를 경기도로 이관하겠다는 것이다. 면허가 경기도로 이관되면 시는 해당 버스업체에 지원금을 줄 필요가 없기 때문이다. 그러나 면허이관은 서울시가 강제할 수 없는 사항으로 버스업체의 선택사항이다. 한데 버스업체 입장에서는 경기도의 민영제보다 당연히 운송비용이 보장되는 서울의 준공영제를 선호하고 있다.

본 연구결과는 서울시에서 경기도로 광역버스 면허를 이관하려는 정책에 대한 비용 측면의 타당성을 제시할 수 있다.

지자체 간의 갈등은 차치하고 시내버스업체가 도시내를 운행하는 일반버스와 시·도 간을 운행하는 광역버스를 함께 운행하는 것, 즉 결합생산하는 것이 비용 측면에서 경제적 이득이 있느냐를 판단하여 만약 두 버스서비스 간에 범위의 경제성이 있다면 서울시의 재정적 문제에 앞서 두 버스를 함께 운행하는 것이 경제적 측면에서 타당할 것이다. 만약 두 버스서비스 간에 범위의 경제가 없거나 오히려 범위의 불경제가 존재한다면 두 버스서비스는 각기 다른 업체에서 별도로 공급하는 것이 타당하다. 즉 이러한 경우 서울시의 광역버스 면허를 경기도로 이관하려는 정책이 오히려 경제적이라는 측면에서 타당하다고 판단할 수 있다.

다만 서울시에서 강제적으로 면허이관을 추진할 수 없기 때문에 업체에게 면허 이관에 따른 유인책을 제시하여야 할 것이다. 예를 들면 광역버스 노선에 일정기간동안 투입 예상되는 재정지원금을 일시불로 업체에 지급하고 광역버스 노선을 사들여 경기도로 이관하는 대안도 생각해 볼 수 있다.

---

156) 2005년 서울시 소속 광역버스 노선수는 26개, 운행대수는 532대였지만, 2010년에는 22개 노선, 440여대, 2012년은 13개 노선, 269대로 점차 감소하고 있다.

#### 4) 평균비용 및 최소효율규모

최소효율규모는 규모의 경제 효과를 누리는 업체의 평균비용 최소점에서의 산출량을 말한다. 산출량이 늘어도 평균비용이 상승하지 않는, 즉 평균비용곡선의 기울기가 0인 곳에서 평균비용과 한계비용이 교차하고 이때 최소효율규모가 나타난다.<sup>157)</sup>

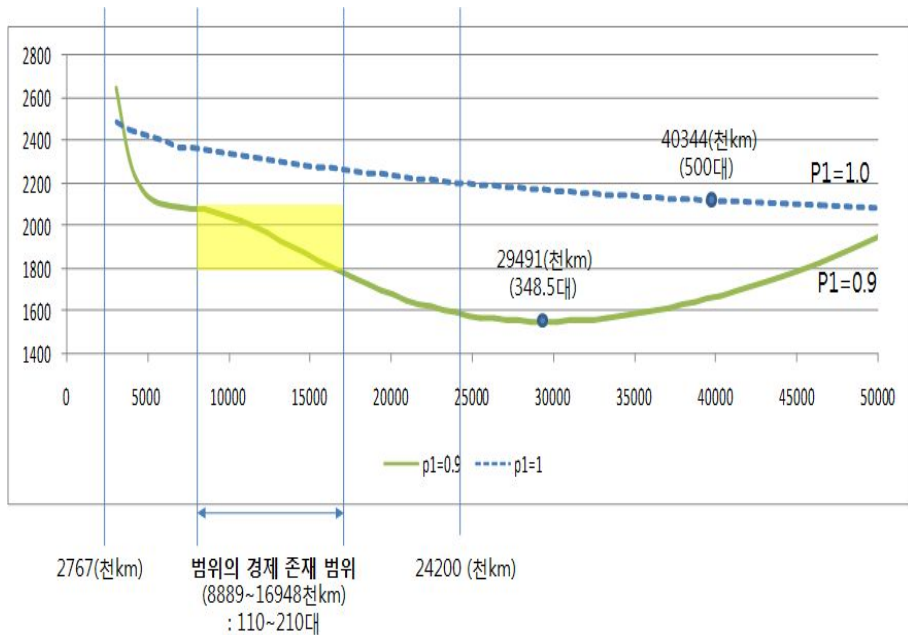
##### 가. 방사평균비용곡선

다수산출물의 경우에는 단일산출물의 경우에서와는 달리 산출규모뿐만 아니라 산출물 간의 결합비율에 따라서 비용함수의 형태가 달라지게 된다. 방사평균비용곡선(ray average cost curve)은 산출량 구성비율을 고정한 상태에서 전체산출량을 증가시킬 때 평균비용을 도시한 것으로 전체업체를 대상으로 산출량 구성비율의 평균  $p_1=0.9$ 인 경우와 일반버스만 운행하는 업체를 대상으로 한  $p_1=1.0$ 인 경우<sup>158)</sup>의 방사평균비용곡선은 [그림 V-6]과 같다

---

157) 일반적으로 규모의 경제성 지수가 (+)에서 (-)가 되기 전에 0과 같아지는 지점에서 최소효율규모가 도출된다.

158)  $p_1=1.0$ 인 경우 푸리에 비용함수의 추정결과는 부록 B에 제시하였다. 일반버스만 대상으로 하여 푸리에 비용함수를 추정한 결과 삼각함수향이 유의하지 않고 0에 가까운 계수값으로 추정되어 푸리에 비용함수이지만 초월대수 비용함수와 비슷한 평균비용곡선을 보인다.



[그림 V-6] 산출량 구성비율별 방사평균비용곡선

본 자료에 포함된 업체의 산출규모 범위는 2,768~24,200천km(36대~302대)이고 일반버스-km만 생산하는  $p1=1.0$ 일 때 평균비용곡선이  $p1=0.9$ 인 경우보다 위쪽에 위치하고 있어 좌석버스-km의 한계비용이 일반버스-km보다 작은 것으로 예상할 수 있다.  $p1=0.9$ 일 때 110~210대 범위에서 범위의 경제가 존재<sup>159)</sup>하고 이때 기울기가 해당 구간에서 급경사를 이루며 비용이 낮아지는 원인이 된다.

[그림 V-6]에서  $p1=0.9$ 일 때 방사평균비용곡선의 최저점은 약 350대이고, 이는 최소효율규모를 의미한다. 그러나 본 연구에서 추정된 푸리에 비용함수를 이용한 방사평균비용곡선의 형태는 일반적인 초월대수 비용함수가 보이는 U자형이 아니고, 전체적인 형태는 U자형인 반면 100대 미만에서 작은 U자를 내포한다. 그러나 최소효

159) [그림 V-5] 참조.

율규모의 정의에 비추어 볼 때 평균비용의 최저점은 하나이기 때문에 이를 최소효율규모로 설정하였다.

$p1=1.0$ 일 때는 미미하지만 지속적으로 평균비용이 하락하고 있어 수식적으로는 최소효율규모를 결정할 수 없지만 본 연구에서는 500대 이상에서 평균비용곡선의 기울기가 완만한 것을 근거로 약 500대 규모를 최소효율규모로 가정하였다.

#### 나. 산출량 구성비율별 평균비용 및 최소효율규모

총산출량 및 요소가격의 전체평균에서 전체업체를 대상으로 한 평균 및 최소효율규모는 <표 V-33>과 같다. 산출량은 7,736천대-km로 동일하더라도 산출물별 대당 산출량<sup>160)</sup>이 다르기 때문에 산출량 구성비율에 따라 차량대수는 77~92대까지 차이가 난다. 산출량 구성비율의 전체평균에서의 평균비용은 2008년 기준인 경우 2,083원/대-km으로 실제 자료에서 단순 산술평균한 평균비용 2,280원/대-km과 비슷하다. 요소가격을 2012년 기준으로 변환한 경우에는 2,391원/대-km로 2008년 대비 약 13% 증가하였다. 산출량 구성비율에 따라 최소효율규모는 73대~500대까지 달라지며, 최소효율규모에서의 평균비용과의 차이가 100원 미만일 경우를 최소효율규모의 범위로 함께 <표 V-33>과 같이 제시하였다.

한편 2012년 기준가격으로 변환한 경우에 평균비용과 한계비용은 2008년보다 상승하지만, 최소효율규모는 변화가 거의 없는 것으로 나타나 2008년 자료를 이용한 본 연구 결과는 현재시점에서도 적용 가능한 것으로 판단된다.

---

160) 대당 산출량은 전체평균인 82.74(일반버스-천km/대), 106.60(좌석버스-천km/대)를 적용하였다.

<표 V-33> 산출량 구성비율별 평균비용 및 최소효율규모의 추정결과  
(단위: 대, 원/대-km)

p1	N	산출량 전체평균(7736.24천-km)				최소효율규모
		차량 대수	기준 년도	평균 비용	한계 비용	차량대수
0.3 <sup>1)</sup>	1	79	2008년	1,914	1,114	102(79~137)
			2012년	2,196	1,277	
0.4	1	81	2008년	1,889	1,724	86(66~121)
			2012년	2,168	1,978	
0.5	3	83	2008년	1,951	2,089	78(59~110)
			2012년	2,240	2,399	
0.6	4	85	2008년	2,020	2,259	73(55~108)
			2012년	2,319	2,594	
0.7	21	87	2008년	2,067	2,271	305(192~410)
			2012년	2,373	2,609	
0.8	15	89	2008년	2,084	2,170	320(223~429)
			2012년	2,392	2,493	
0.9	7	92	2008년	2,083	2,022	349(247~457)
			2012년	2,391	2,321	
1.0	105	96	2008년	2,369	2,257	450(277~920) <sup>3)</sup>
			2012년	2,716	2,589	

주: 1) 산출량 구성비율이 0.3보다 작을때에는 산출량이 전체평균일 때 산출량에 대한 단조성을 만족하지 않기 때문에 제외하였음.

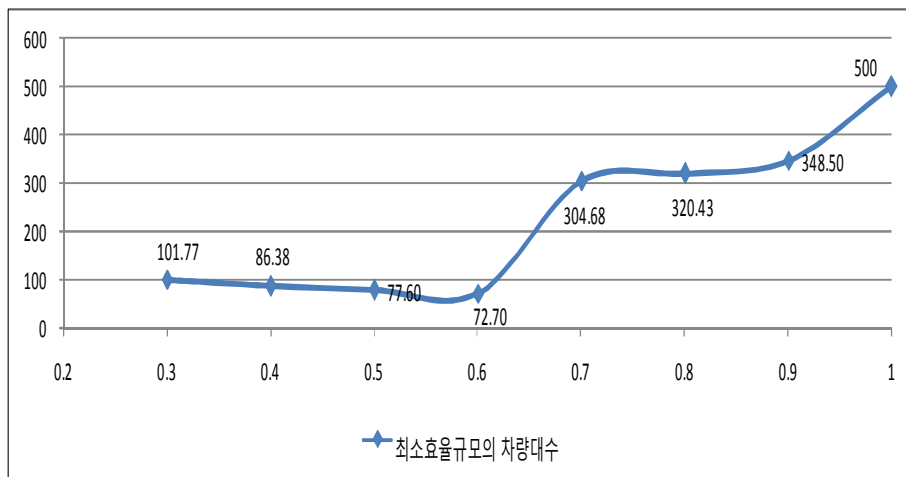
2) ( ) 안은 최소효율규모에서의 평균비용과 차이가 100원 미만인 규모의 범위임.

3) p1=1인 업체 105개는 별도의 비용함수를 추정하였음(추정결과는 부록 A 참조).

4) 2008년은 본 연구에서 구축한 자료의 기준년도이고, 2012년 자료는 2008년 자료에 2012년까지의 표준운송원가 증가율을 적용하여 요소가격을 2012년 기준으로 변환하였음.

$p1=1.0$ 일 때는 별도의 비용함수를 추정한 결과이므로 비용이 크게 증가한 것처럼 보여진다. 일반버스 비중이 높아질수록 평균비용이 커지는 것으로 미루어볼 때 앞서 [그림 V-6]에서 확인한 바와 같이 산출량 전체평균에서는 일반버스-km의 한계비용이 좌석버스-km의 한계비용보다 크다는 것을 예상할 수 있다.

한편 최소효율규모는 [그림 V-7]에서 알 수 있듯이  $p1=0.9$ 일 때 349대로 가장 크고  $p1=0.6$ 일 때 범위의 불경제로 인해 73대로 가장 작다. 좌석버스 비중이 높은 업체의 최소효율규모(102대)는 일반버스의 비중이 높은 업체의 최소효율규모(349대)보다 작은 것을 알 수 있다.  $p1=1.0$ 일 때 500대는 엄밀한 의미에서 최소효율규모는 아니지만,<sup>161)</sup>  $p1=1.0$ 인 업체( $N=105$ )만을 대상으로 추정한 비용함수를 기반으로 한 평균비용곡선은 L자형으로 500대 이상에서 평균비용의 변화가 미미하여 500대를 최소효율규모로 설정한 것이다. [그림 V-7]에 의하면  $p1=0.7$ 을 변곡점으로 하여 최소효율규모가 크게 급증하는 것을 알 수 있다.



[그림 V-7] 산출량 구성비율별 최소효율규모

161) 전체 규모에서 지속적으로 미미하지만 평균비용이 감소하므로 최소효율규모를 산정할 수 없었다.

국내 시내버스운송업의 최소효율규모는 이성원과 조준행(1993)은 60~75대, 신동선(1997)은 100대 이하, 김성수(1997)은 200대 이하, 김성수·김민정(2001)은 223~371대, 한중학·양시훈(2011)은 115~320대를 제시하여 시간이 지나면서 점차 증가해 온 것을 알 수 있다.

#### 다. 도시별 평균비용 및 최소효율규모

도시별 평균비용 및 한계비용은 <표 V-34>에서 제시한 바와 같다. 전체적으로는 일반버스 비중이 20%인 업체의 경우 최소효율규모는 약 132대이고, 일반버스만 운행할 경우에는 450대이다. 일반버스 비중이 90%로 전체평균일 경우에는 349대가 최소효율규모이다.

그러나 시내버스운송업은 지리적, 행정적인 제약이 있으므로 도시별로 대형화하는 것이 타당할 것이다. 따라서 전체 시내버스운송업을 대상으로 산정된 최소효율규모를 각 도시에 일괄 적용하기에는 무리가 있다. 이에 본 연구에서는 <표 V-34>와 같이 각 도시별로 최소효율규모를 산정하였다. 이때 최소효율규모는 산출량 구성비율에 따라 달라지므로 도시별 업체들의 산출량 구성비율, 즉 일반버스 비중의 최소값과 최대값에 따라 산정하였다.<sup>162)</sup>

서울과 인천의 경우 일반버스만 운행하는 경우에 최소효율규모가 약 450~500대로 크게 나타났으며, 다른 도시들도 약 380~400대 정도로 나타났다. 일반버스의 비중이 57%~79%일 경우에는 최소효율규모가 약 71~74대로 작게 나타났으며, 20%일 경우는 오히려 약 132대로 더 크게 나타났다. 이것을 통해 국내 대도시 시내버스운송업에 범위의 불경제가 존재하는 것으로 추론할 수 있다.

---

162) 모든 도시에서 일반버스만 운행하는 업체가 존재하므로 일반버스 비중( $p_1$ )의 최대값은 1이 된다.



<표 V-34> 도시별 평균비용 및 최소효율규모의 추정결과

(단위: 원/대-km, 대)

	업체수	평균 비용	평균 차량대수	차량 대수	일반버스 비중	최소 효율규모	대형화시 업체수
전체	159	2,083	92 (32~302)	14,543	0.90 (0.20~1.00)	349 (132~450)	-
서울	60	2,256	122 (45~299)	7,329	0.91 (0.20~1.00)	353 (132~500)	21 (15~56)
부산	32	2,257	76 (38~133)	2,422	0.93 (0.57~1.00)	363 (74~400)	7 (6~33)
대전	12	2,040	73 (39~107)	880	0.98 (0.79~1.00)	n.a (73~380)	n.a. (3~12)
대구	23	1,966	59 (32~116)	1,367	0.82 (0.70~1.00)	325 (71~380)	5 (4~20)
광주	10	1,887	95 (48~302)	954	0.72 (0.58~1.00)	307 (73~380)	4 (3~13)
인천	19	1,658	71 (45~113)	1,357	0.98 (0.73~1.00)	n.a. (71~450)	n.a. (3~20)

주: 1) 본 연구의 자료에 포함된 울산은 업체수가 3개, 전체차량대수가 235대에 불과하므로 제외하였음.

- 2) 대전과 인천은 일반버스 비중의 평균이 0.98이고, 이때 산출물의 비용에 대한 탄력성이 (-)의 값이 나타나므로 경제학적 이론과 맞지 않아 최소효율규모를 산정할 수 없었음.
- 3) 평균차량대수의 ( ) 안은 도시별 차량대수의 범위를 나타냄.
- 4) 일반버스 비중의 ( ) 안은 도시별 일반버스 비중(p1)의 범위를 나타냄.
- 5) 최소효율규모의 ( ) 안은 산출량 구성비율에 따른 최소효율규모를 나타냄. 예를 들어 부산시의 경우 p1=0.57일 때 최소효율규모는 74대이고, p1=1.0일 경우는 400대를 나타냄. 한편, 서울시의 경우 p1=0.20일 때 최소효율규모는 132대이지만, p1=0.47인 업체가 존재하는데, 이때의 최소효율규모는 80대임.
- 6) 대형화시 업체수의 ( ) 안은 최소효율규모의 범위에 대한 업체수를 나타냄. 예를 들어 부산시의 경우 74대로 대형화할 경우 업체수는 33개이고, 400대로 대형화할 경우 업체수는 6개임.

본 연구에서 도출한 도시별 최소효율규모는 산출량 구성비율에 따라 차이는 있지만 대략 300대~500대인 것으로 나타났다. 그러나 표본에서 가장 규모가 큰 업체도 302대를 보유하고 있을 뿐이고, 200대 이상업체는 모두 6개에 불과하다. 따라서 300대 규모에서 대형화로 인한 경제적 효과가 있을 것으로 예상되지만 표본의 범위를 벗어난 300대 이상의 규모에서 대형화로 인한 경제적 효과는 불확실하다.

각 도시별 최소효율규모로 대형화시 도시별 업체수는 도시별 시내버스 차량대수에 따라 달라진다. 그러나 업체수가 지나치게 줄어들어 독점이나 과점의 상태변화하면 또 다른 부작용이 발생할 수 있다. 따라서 도시별로 적정한 경쟁이 이루어지는 업체수를 유지하면서 대형화를 추구하는 것이 바람직하다. 즉 본 연구의 분석결과 대형화 방안이 장점은 있지만 독점이나 과점으로 치우치게 되면 또 다른 문제가 발생하므로 적정 업체수에 대한 고려가 필요하다.

## 5) 시내버스 운행비용에 대한 준공영제의 영향

### 가. 준공영제 관련 변수의 추정결과

본 연구에서는 시내버스운송업에 대해 비용함수 구축시 준공영제의 효과를 파악하기 위하여 준공영제 시행여부를 나타내는 더미변수 D1<sup>163)</sup>, 준공영제가 각 요소가격에 미치는 영향을 파악하기 위한 준공영제 더미와 요소가격 간의 교차항을 모형에 포함하여 추정하였고 그 추정결과는 <표 V-35>와 같다.

---

163) 준공영제 미시행시(인천, 울산)=0, 시행시(otherwise)=1의 값을 대입하였다.

<표 V-35> 준공영제 관련 변수의 계수추정치와 해석

	계수추정치	준공영제 시행효과
D1	0.152***	준공영제를 실시하면 총비용이 증가한다.
lnpl×D1	0.051***	노동가격이 1% 상승하면 준공영제 시행시 미시행시보다 총비용이 0.051% 더 증가한다.
lnpf×D1	-0.035***	연료가격이 1% 상승하면 준공영제 시행시 미시행시보다 총비용이 0.035% 더 감소한다.
lnpm×D1	-0.008**	정비가격이 1% 상승하면 준공영제 시행시 미시행시보다 총비용이 0.008% 더 감소한다.
lnpk×D1	0.057**	자본가격이 1% 상승하면 준공영제 시행시 미시행시보다 총비용이 0.057% 더 증가한다.

주: \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 나타냄.

준공영제 관련 모든 변수가 통계적으로 유의하기 때문에 준공영제가 총비용 및 요소가격에 영향을 준다는 것이 증명되었다. 변수별로는 예상했던 바와 같이 버스업체의 총비용과 운전기사의 임금을 상승시킨다. 반면 정비가격은 하락시키고 자본가격은 상승시킨다.

푸리에 비용함수는 종속변수와 독립변수에 모두 로그를 취하므로 계수추정치는 독립변수의 상대적인 1단위 변화에 따른 종속변수의 상대적인 변화를 나타내는 것으로 종속변수의 독립변수에 대한 탄력성을 나타낸다.<sup>164)</sup>

요소가격과 준공영제 더미와의 교차항은 해석상 주의해야 한다. 먼저 준공영제 시행시 노동가격 1% 상승에 따른 총비용 상승효과는 미시행시보다 0.051% 더 크다. 동일하게 1%씩 노동가격을 상승시켰

164) 독립변수와 종속변수 둘 다 로그(log)를 취한 다음과 같은 경우

$\log Y_i = \alpha + \beta \log X_i$  에서 계수추정치는 다음과 같이 탄력성을 의미한다.

$$\beta = \frac{\partial \log E(Y_i)}{\partial \log X_i} = \frac{\partial E(Y_i)/E(Y_i)}{\partial X_i/X_i}$$

는데 준공영제 시행시가 총비용에 더 큰 영향을 끼친 이유를 생각해 보면 노동가격 자체가 높아졌기 때문이라는 것을 알 수 있다. 즉 요소가격과 준공영제 더미 간 교차항이 (+)의 부호를 가지면 준공영제 시행이 해당 요소가격을 상승시켰다는 의미로 파악할 수 있고, 반대로 (-)의 부호를 가지면 준공영제 시행으로 해당 요소가격의 하락하였다는 의미이다.

따라서 준공영제 시행으로 노동가격과 자본가격은 상승하고 연료 가격과 정비가격이 하락하며 그 이유는 다음과 같다.

노동가격의 대부분은 운전기사의 임금인데 준공영제를 시행하면서 운전기사에 대한 처우가 좋아져서 <표 V-36>과 같이 임금이 상승하였다.

<표 V-36> 준공영제 시행 도시와 미시행 도시의 운전기사 임금 비교

변수	준공영제 미시행	준공영제 시행
운전기사 임금(백만원/월)	2.18	3.01

자본가격은 대부분 차량관련이므로 단순히 해석하면 준공영제 시행으로 차량가격이 상승한 것으로 해석할 수 있다. 그러나 본 자료에서 자본비용 산정시에 해당 차량가격과 자본회수계수 등 필요한 수치를 업체별 차이 없이 동일한 수치를 적용하였기 때문에 준공영제 시행으로 차량가격이 상승하였다고 해석하는 것은 무리가 있다. 자료 구축시 업체 간 차이는 단지 버스유형별 차량대수와 차량가격이다.<sup>165)</sup> 따라서 <표 V-37>과 같이 준공영제 시행 도시의 광역버스 비중은 미시행도시보다 높기 때문에 자본가격이 높은 것으로 해석하는 것이 타당하다.

165) 일반버스의 차량가격은 80,390,755원/대, 광역버스의 차량가격은 80,681,564원/대 이다.

<표 V-37> 준공영제 시행 여부별 차종 및 산출량 구성비율의 비교

구분	업체수	총 차량대수	일반버스 대수	광역버스 대수	산출량 구성비율 (p1)
준공영제 미시행	22	72	71	2	0.968
준공영제 시행	137	95	87	8	0.909

연료가격과 준공영제와의 관계 역시 단순하게는 준공영제 시행으로 연료가격이 낮아지는 것으로 해석할 수 있으나 실제 본 연구의 자료에서는 연료가격을 업체와 상관없이 모두 동일한 금액을 적용하였으므로 이와 같은 해석은 무리가 있다.

업체별로 다른 것은 경유 및 CNG 이용량이므로 총 연료비용 대비 CNG비용 비중을 먼저 비교하였다. 그 결과는 <표 V-38>에서 제시한 바와 같이 준공영제 미시행 도시에서 CNG 비중( $P_{cng}$ )가 0.775로 시행도시의 0.473에 비해 상당히 높았다.

<표 V-38> 준공영제 시행 여부별 연료비용의 비교

변수	준공영제 미시행	준공영제 시행
대-km당 연료비용(원)	397	477
$P_{cng}$ (CNG비용/연료비용)	0.775	0.473
p1	0.968	0.909
p1=1인 업체수/전체업체수	19/22 (86%)	86/137 (63%)

CNG와 경유의 연비 및 단가는 <표 V-39>와 같이 CNG가 더 경제적이므로 준공영제를 시행하지 않는 도시에서는 더 경제적인 CNG차량으로 더 빨리 교체할 유인이 있다는 것을 보여준다.

<표 V-39> 경유 및 CNG의 대-km당 비용 비교

	단가(원)	연비	대-km당 비용
경유(a)	1,298	2.34km/ℓ	555
CNG(b)	708	2.15km/m <sup>3</sup>	329

주: 경유와 CNG의 소매가는 차이가 나지만 실제로 세금을 제외한 금액은 별차이가 없으므로 CNG가 비용 측면에서 더 효율적이라고 말하기는 어려움.

자료: 경유버스와 CNG버스 연비는 한국운수산업연구원(2011) 참조.

반면 준공영제 시행 도시에서는 재정지원금으로 운영적자 전액이 보상 가능하므로 굳이 경제적인 CNG차량으로 빨리 교체할 유인이 적은 것이다.<sup>166)</sup> 하지만 CNG 차량비율로 판단해보면 준공영제 미시행시에 더 연료가격이 낮아야 한다. 따라서 준공영제 시행시 연료가격이 더 낮게 나타난 것은 준공영제 시행도시의 좌석버스 비중이 높기 때문으로 해석된다. 좌석버스의 대당 운행거리는 272km/대-일로 일반버스의 232km/대-일보다 크기 때문에 좌석버스의 속도가 더 빠르다고 예상할 수 있고, 차량속도 증가로 인해 연비가 좋아져서 같은 거리를 갈 때 연료소비량이 줄어들게 되므로 이러한 연쇄효과로 인해 연료가격이 낮아지는 것으로 나타난 것으로 보인다.

마지막으로 준공영제를 실시하면 정비요소가격이 하락하는 것으로 나타났다. 정비가격은 정비원수 대비 정비비용으로 정비원수가 증가하거나 정비비용이 감소하면 하락하는 것으로 표현된다. <표 V-40>에 의하면 대당 정비비용이나 대-km당 정비비용은 준공영제

166) 2013년 현재 대도시의 시내버스는 거의 다 CNG로 교체가 완료되었다.

시행여부에 따라 변화가 미미하지만 대당 정비원수는 준공영제 시행시 대당 0.119명으로 미시행시의 대당 0.080명에 비해 크기 때문에 인당 정비비용은 준공영제 시행시가 더 작게 된다.

<표 V-40> 준공영제 시행 여부별 정비비용의 비교

변수	준공영제 미시행	준공영제 시행
대당 정비원수(인/대)	0.080	0.119
차량대수(대)	72	95
대당 일일정비비용(원/대)	23,607	24,139
연간 정비가격(백만원/인)	117.60	78.54
대-km당 정비비용(원/대-km)	100.27	104.40

준공영제 시행시 정비원수가 증가하는 이유 역시 운영적자를 감소시킬 특별한 유인이 없기 때문이다. 따라서 준공영제 시행으로 정비가격이 낮아졌다는 해석보다는 정비원수를 증가시켰다는 해석이 더 정확하다.<sup>167)</sup>

#### 나. 시내버스 운행비용에 대한 준공영제의 영향

준공영제의 영향을 판단할 때 단순히 준공영제가 비용을 증가시키는지 여부를 판단하는 것에서 나아가 그것이 양적으로 어느 정도의 의미를 갖는지를 음미할 필요가 있다. 특히 본 연구에서 추정한 비용함수는 준공영제와 요소가격 간의 교차항을 포함하고 있으므로

167) 그러나 최근에는 준공영제 시행 이후 정비비용에 대한 보조금을 대당 기준으로 지급함으로 인해 각 버스업체가 정비원수를 줄이고 있어서 문제가 되고 있다. 즉 버스업체에서는 어차피 대당 기준으로 재정지원금을 받기 때문에 대당 필요한 정비원수를 줄이고자 하는 유인이 생기는 것이다.

모형의 계수치 만으로 준공영제의 영향을 이해하기는 어렵다.

양적인 의미에서 준공영제의 효과를 가늠하기 위해서 전체평균과 각 도시별로 준공영제 미시행시와 시행시의 평균비용을 계산하여 준공영제 시행이 각 지자체별로 어느 정도의 비용을 증가시켰는지, 또는 앞으로 준공영제 시행시 어느 정도의 비용을 증가시킬지를 <표 V-41>에서 계산하였다

준공영제 시행시  $D1=0.152$  이지만, 실제 비용증가율은 교차항의 영향까지 반영되어 전체 평균에서는 16.4%가 증가한다. 준공영제 시행으로 비용증가가 가장 큰 도시는 서울이고 가장 낮은 도시는 대구이다. 특히 2008년 시점에서 준공영제를 시행하지 않고 있던 인천과 울산의 경우 준공영제 시행시 약 16.2%의 비용증가가 예상되고 이는 서울과 부산을 제외하면 높은 편이다.

<표 V-41> 준공영제 시행에 따른 평균비용 증가율의 추정결과

(단위: 원/대-km)

	준공영제 미시행	준공영제 시행	증가율(%)
전체평균	1,829	2,129	16.4
서울	1,930	2,255	16.8
부산	1,938	2,258	16.5
대전	1,761	2,038	15.7
대구	1,702	1,965	15.5
광주	1,628	1,886	15.9
인천	1,663	1,932	16.2
울산	1,607	1,867	16.2



#### 4. 시내버스운송업의 구조개편방안

본 절에서는 지금까지의 분석결과를 토대로 국내 시내버스운송업의 구조개편방안을 제시하고자 한다. 본 연구결과 시내버스업체의 운송원가는 산출량 구성비율과 산출량 규모에 의해 좌우되는 것으로 나타났고 두 산출물 간에는 대부분 범위의 불경제가 존재하였다. 또한 규모의 경제가 존재하여 도시별 최소효율규모는 현재의 업체 평균 규모보다 더 크게 나타나 대형화하는 것이 비용 측면에서 경제적인 것으로 도출되었다. 즉 국내 시내버스운송업의 구조개편방안은 우선 시내버스운송업에서 좌석버스를 분리하여 일반버스만 운행하도록 하고, 다음으로 업체별 일반버스 차량대수를 최소효율규모까지 대형화하는 것이다.

이처럼 구조개편이 이루어질 경우 운송원가가 어느 정도 절감될 가능성이 있는지 분석할 필요가 있는데, 이는 도시별로 차이가 있다. 본 절에서는 서울시를 대상으로 구조개편이 이루어질 경우 운송원가 절감 가능 금액을 추정하도록 한다.

##### 1) 좌석버스 부문의 분리를 통한 운송원가 절감방안(서울시 대상)

서울시의 경우 60개의 업체 중에서 일반버스만 운행하는 업체가 49개이고, 11개 업체만이 좌석버스를 함께 운행하며 11개 업체의 일반버스 비중이 76%이다.

좌석버스의 수익성이 일반버스에 비해 크게 낮고<sup>168)</sup> 노선의 특성 역시 개별 시에서 관리하기에는 한계가 있으므로 서울시 시내버스 업체에서 경기도 버스업체로 이관하도록 한다.<sup>169)</sup>

168) 윤혁렬 외(2011)에 의하면 서울시의 2010년 기준 간선버스의 원가보상율이 0.84, 지선은 0.78, 순환이 0.61인데 비해 광역버스는 0.55이다.

169) 서울시의 광역노선은 경기도의 광역노선과 거의 중복되므로 이관에 따른 행정처리 및 보상관계만 해결되면 별다른 어려움은 예상되지 않는다.

광역버스노선의 이관정책은 서울시에서도 추진한 바 있으나 보상 문제 등으로 현재 지지부진한 상황이다. 현재와 같이 노선 구분 없이 운송적자분에 대한 재정지원이 전액 지급되고 노선 자체가 업체별로 사유화된 자산으로 인식되고 있기 때문에 광역버스노선의 이관은 쉽지 않다.

본 연구에서는 일반버스와 좌석버스로 운송수입을 구분한 자료를 획득하지 못하여 서비스유형별 원가보상율을 산정할 수 없었다.

본 자료에 포함된 서울시의 좌석버스대수는 약 410대로 이들 모두를 경기도로 이관하게 되면 서울시의 시내버스 대수는 7,329대에서 6,919대 정도로 줄어들게 된다.<sup>170)</sup> 이는 차량대수 측면에서는 약 5.6% 감소한 것이지만, <표 V-42>에서 제시한 바와 같이 재정지원금 측면에서는 약 16.28%, 금액으로는 연간 약 374.47억원의 재정지원금이 절감 가능할 것으로 예상된다. 이는 좌석버스가 아닌 일반버스를 410대 감축할 경우에는 약 5.59%, 금액으로는 연간 약 114.08억원의 재정지원금이 절감 가능한 것과 비교해볼 때 일반버스보다는 좌석버스를 우선적으로 면허이관 등의 방법으로 감축하는 것이 더 효과적임을 알 수 있다.

---

170) 윤혁렬 외(2011)은 서울시의 적정시내버스대수는 약 6200대로 보고하였다.

<표 V-42> 좌석버스 이관시 서울시의 재정지원금 절감액

구분	일반버스	좌석버스	계
원가보상율 <sup>1)</sup> (A)	0.86	0.55	
차량대수 (B)	6,919 (94.41%)	410 (5.59%)	7,329 (100.00%)
재정지원율 (1-A)	0.14	0.45	
대당 운송원가 <sup>2)</sup> (원/대-일) (C)	556,337	561,055	
대당 지원액 (1-A)×C	76,230	250,231	326,461
일일 지원액(백만원) (1-A)×C×B	527.44 (83.72%)	102.59 (16.28%)	630.03 (100.00%)
연간 재정지원액(억원)	1,925.15	374.47	2,299.62

주: 1) 좌석버스의 원가보상율은 윤혁렬 외(2011)이 제시한 광역버스 원가보상율 0.55를 적용하였고, 일반버스의 원가보상율은 <표 IV-25>의 서울시 시내버스업체의 총 원가보상율 0.84에 좌석버스 원가보상율 0.55를 적용하여 일반버스 원가보상율을 도출하였음.

2) 대당 운송원가는 본 연구에서 구축한 2008년 기준 서울 시내버스업체의 서비스유형별 총비용을 유형별 차량대수로 나누어 산정한 대당 평균비용임(실제치).

<표 V-43>에서는 본 연구에서 계산한 재정지원금 절감금액에 대한 신뢰성을 검증하기 위해 2013년 5월 발표된 서울시의 “서울시 광역버스 손실액 현황” 자료와 비교하였다. 기준년도의 차이로 인해 광역버스 대수의 차이가 있지만 전반적으로 본 연구에서 추정한 결과와 서울시의 결과가 유사하므로 본 연구에서 도출한 결과가 신뢰성이 있다고 판단된다.

<표 V-43> 시내버스의 대-일당 평균 손실액  
: 본 연구결과와 서울시 자료의 비교

구분	서울시 광역버스 손실액 현황	본 연구결과
기준년도	2012년	2008년
광역(좌석)버스 대수	269대	410대
일일 평균 손실액	28만5000원/대	25만원/대
원가보상율	0.59	0.55*
광역(좌석)+일반버스 일일평균 손실액	7만7000원/대	8만6000원/대

주: \* 윤혁렬 외(2011)의 연구에서 재인용한 것임.

## 2) 대형화를 통한 운송원가 절감방안(서울시 대상)

서울을 대상으로 한 결과는 <표 V-44>에 제시한 바와 같이 규모와 평균비용 측면에서는 전체평균보다 크다. 좌석버스의 분리 방안으로 인해 서울시 시내버스업체들이 일반버스만 운행하게 된다면 업체의 규모는 약 500대 수준까지 점진적인 확대가 필요하다. 서울시의 경우 2008년 기준 7,329대의 시내버스를 60개 업체가 운영 중인데, 이를 500대 규모로 대형화하면 약 15개의 업체로 줄일 수 있다. 좌석버스 이관 이후는 버스대수가 6,919대이므로 이를 500대 규모로 대형화하면 약 14개 업체가 된다.

서울과 차량대수가 유사한 런던시<sup>171)</sup>의 경우 2013년 현재 약 22개의 업체가 운영중인데, 이들 업체들은 민간업체로 TfL(Transport for London)에 속해 있는 LB(London Bus Services Limited)와 노선경쟁 입찰계약을 맺고 버스를 운영중이다.<sup>172)</sup>

171) Greater London내 기준으로 서울면적의 약 2.5배이다.

런던시의 버스대수는 18개 업체가 7,784대를 운행중이며, 나머지 4개 업체<sup>173)</sup>의 경우는 런던 시내 뿐 아니라 다른 도시에서도 버스를 운행하여 정확한 차량대수를 확인하기 어려웠다. 따라서 4개 업체를 제외한 18개 업체를 대상으로 분석한 결과 런던시의 경우 업체별 차량대수 규모는 63대~885대까지 다양하게 분포하며, 업체별 평균 차량대수는 약 431대로 산정되어 본 연구에서 서울시를 대상으로 도출한 최소효율규모인 300대~500대와 유사한 것으로 볼 수 있다.

본 연구에서 런던시의 사례를 검토한 것은 런던시의 경우 공영제로 운행되던 버스운송업을 민영화하면서 많은 조정과정을 거쳐 런던시의 상황에 맞게 효율적인 구조개편이 이루어진 것으로 판단하였기 때문이다. 또한 광역교통이 많은 서울시의 교통특성과 유사한 특성을 가지고 있기 때문이다.

2008년 기준 서울시 표준운송원가(이윤 제외) 금액이 일일 대당 535,622원이고 <표 V-44>에서 같은 조건에서의 비용은 536,595원으로 추정되어 정확성이 높다고 할 수 있다. <표 V-44>에 제시한 바와 같이 122대에서 200대로 확대시 3.08%의 비용절감이 가능하고 300대로 확대시 6.34% 절감되어 500대 규모까지 확대하면 10.72%의 비용절감이 가능하다. 즉 2008년 기준 서울 시내버스업체에 대한 원가보상율이 0.84에서 대형화를 통해 0.90~0.94까지 크게 개선될 수 있다.<sup>174)</sup>

172) 런던 시내의 버스업체에 대한 자세한 사항은 부록 D를 참조.

173) CT Plus, East London, Selkent, First London East.

174) 운송원가의 약 50%가 기사 인건비이고 20%가 유류비는 실비지급되므로 나머지 30%가 대형화 효과를 나타낼 수 있는 부분이다.

<표 V-44> 서울 시내버스업체가 최소효율규모일 때 대-일당 비용

구분	p1	차량대수	평균비용 (원/대-km)	대당 비용 (원/대-일)	절감율 ( $\frac{A-B}{B}$ )
서울시 평균(A)	1.0	122	2,428	536,595	
점진적인 대형화(B)	1.0	200	2,355	521,567	3.08%
	1.0	300	2,283	504,612	6.34%
	1.0	400	2,231	493,045	8.83%
최소효율규모(B)	1.0	500	2,193	484,629	10.72%

- 주: 1) 2008년 기준 서울시의 시내버스 표준운송원가(이윤 제외)는 대-일당 535,622원임.  
 2) p1=1.0일 때 서울의 평균비용은 미미하지만 지속적으로 감소하기 때문에 최소효율규모를 산정할 수 없음. 하지만 500대 이하에서 평균비용의 변화가 거의 없으므로 이를 최소효율규모로 가정하였음.  
 3) 음영부분은 최소효율규모에서의 평균비용과 차이가 100원/대-km이 하인 규모임.

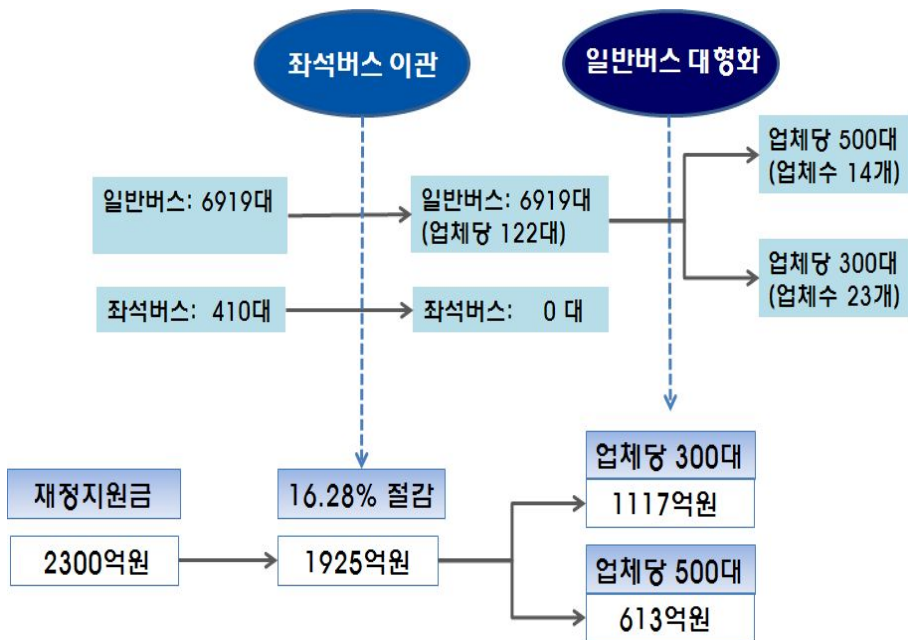
지금까지의 연구들은 시내버스업체의 대형화 정책을 논하면서 대형화시 비용 측면의 경제적 효과를 예측한 경우는 없었지만, 본 연구에서 도출된 결과에 의하면 300대까지 대형화할 경우 약 6.34%의 비용절감이 가능한 것으로 나타났다. 그러나 본 연구의 표본의 업체별 차량대수의 범위는 32대~302대로 300대 이상의 업체를 포함하고 있지 않으므로 500대로 대형화할 경우 실제 비용절감효과가 계산된 10.72%와 같을지는 확신하기는 어렵다.

따라서 본 절에서는 300대까지 대형화하는 경우를 기준으로 연간 재정지원금액 절감가능성을 산정하고자 한다. 대당 일평균 운송원가가 536,595원에서 504,612원으로 약 6.34% 감소하면 대당 절감비용은 31,983원이고 연간 총 절감비용은 807.71억원이 된다.<sup>175)</sup> 이를 좌

175) (536,595원/대·일-504,612원/대·일)×6,919대×365일=807.71억원/년

석버스 이관 이후 감소된 재정지원금 1,925.15억원에서 제외하면 연간 재정지원금은 1,117.44억원으로 감소한다. 만약 500대까지 대형화한다면 계산상으로는 1,312.37억원이 절감되어 연간 재정지원금은 612.78억원으로 감소한다. 즉 버스업체의 구조개편을 통해 버스업체에 대한 재정지원금을 상당히 절감할 수 있다.

서울시 시내버스업체를 대상으로 한 좌석버스 감축 및 대형화 등 구조개편은 [그림 V-8]과 같다.



[그림 V-8] 서울의 시내버스업체 구조개편방안

### 3) 구조개편방안의 실현을 위한 재정지원방법

지금까지 서울시 시내버스업체에 대한 구조개편, 즉 좌석버스 분리 및 업체 대형화로 서울시의 재정지원금을 2008년 기준 2,299.62억원에서 612.78~1,117.44억원으로 절감 가능한 것으로 분석되었다. 그러나 실제로 이와 같은 버스 구조개편을 강제적인 정책으로 유도하기에는 버스업체의 반발 등 부작용이 우려되므로<sup>176)</sup> 버스업체에 대한 재정지원의 방식 및 표준운송원가의 개선 등으로 자발적인 구조개편을 유도하여야 한다.

국내 대도시 시내버스운송업의 재정지원 방법은 수입금 공동관리를 통하여 관리되는 수입금과 운송원가의 차이를 기준으로 재정지원금을 지급하는 총괄방식을 이용하고 있다.<sup>177)</sup> 그러나 이러한 방식은 소요된 운영비용이 버스업체의 수입으로 간주되어 업체들은 비용절감을 회피하고 오히려 비용을 증가시키려 하는 유인이 되고 있다. Roy and Yvrande-Billon(2007)는 대중교통업체의 계약방식을 <표 V-45>와 같이 고정된 비용을 지급하는 계약방식과 투입된 비용을 지급하는 계약방식으로 크게 구분하였다. 지금까지 국내의 준공영제는 총비용입찰제(Gross cost contracts)로 알려져 있었으나, 실제로는 표준운송원가의 70%를 차지하는 기사 인건비와 연료비는 실비지급하고 있기 때문에 Cost-plus contracts와 같은 방식으로 보는 것이 더 타당할 것이다.

---

176) 준공영제를 실시하며 서울시는 노선의 조정권한을 강화하려 하였으나 기존 업체의 반발과 노선이 무형자산으로써의 성격을 지니고 있다고 과거 법원에서 인정됨에 따라 적극적인 노선조정 권한을 행사하지 못하고 업체의 협의 하에 결정되고 있는 실정이다.

177) 일반적인 버스업체에 대한 재정지원은 운영비용 대비 요금수입의 적자분을 보조해주는 것이다.



<표 V-45> 대중교통운영기관의 외주계약방식 비교

계약형태		생산 리스크	수입 리스크	지원금
Fixed-price contracts	Net cost contracts	업체	업체	$s=s^e$
	Gross cost contracts	업체	지자체	$s=s^e+(r^e-r)$
Cost-plus contracts	Management contracts	지자체	지자체	$s=s^e+(r^e-r)-(c^e-c)$

주:  $s^e$ 는 예상한 재정지원금이고  $s$ 는 최종적으로 업체가 받는 재정지원금 총액임.  $r^e$ 는 예상한 운송수입금이고  $r$ 은 실제 수입금임.  $c^e$ 는 예상된 운송비용이고,  $c$ 는 실제 운송비용임.

자료: Roy and Yvrande-Billon(2007).

Roy and Yvrande-Billon(2007)는 프랑스의 대중교통업체를 대상으로 <표 V-45>의 계약방식들의 효율성을 분석하였는데, 그 결과 Cost-plus contracts이 가장 비효율적인 것으로 나타났다. 결국 국내에서 추진 중인 준공영제는 서비스의 안정적 공급이라는 측면에서는 긍정적이지만 비효율적인 측면이 분명히 존재한다. 하지만 효율성을 높이기 위해서는 계약방식 자체의 변경이 필요하며, 이미 시행중인 방식의 변경은 버스업체의 반발 등으로 현실적으로 어렵다.<sup>178)</sup>

따라서 단기적으로는 표준운송원가 및 성과이윤제도의 보완을 통해 버스업체 구조개편을 유도하여야 할 것이다. 도시별 표준운송원가 산정방법은 대체로 유사하므로 본 절에서는 서울시의 표준운송원가 산정기준을 검토하였다. <표 V-46>에서 서울시의 표준운송원

178) 인천시에서는 서울시와 같은 수입금 공동관리 방식이 아니라 적자노선에 대한 재정지원을 하는 방식으로 준공영제를 도입하고자 하였지만, 버스업체의 강한 반발 때문에 결국 수입금공동관리방식을 도입하였다.

가 산정기준은 2008년, 2012년도에 변화된 사항을 제시하였는데, 2008년 대비 2012년에는 적용기준 자체가 바뀌었기 때문이다. 즉 2011년까지는 단순 대당 단가기준으로 원가항목에 대해 보유대수에 대한 단일 단가를 지급하였다면 2012년에는 원가항목에 대해 업체별 기본금액을 지급하고 보유대수에 따라 변동비를 지급하는 이중 구조로 바뀌었다.

<표 V-46> 서울시의 시내버스 표준운송원가 기준\*

원가항목		원가세부항목 및 산정방법
총계 (이윤포함)		(이윤) • 2008년: 투자자본의 14.65% (기본이윤 70, 성과이윤 30) • 2012년: 총 운송수입의 3.86% (기본이윤 50, 성과이윤 50)
가 동 비	기사 인건비	(항목) 급여, 퇴직급여, 복리후생비(법정+기타) (인원) • 2008년: 실비지급(대당 2.69명 한도 적용) • 2012년: 실비지급(대당 2.69명 한도 적용)
	연료비	(항목) 경유, CNG (기준) • 2008년: CNG차량은 실제이용금액, 경유차량은 노선/차종별 표준연비에 경유단가는 고시단가의 96% 적용 • 2012년: 실비 지급
	타이어비	(기준) • 2008년: 운행거리당 표준지급(10.481원/km) • 2012년: 운행거리당 표준지급(14.33원/km)
보 유 비	정비원 인건비	(항목) 급여, 퇴직급여, 복리후생비(법정+기타) (기준) • 2008년: 표준지급(대당 0.1428명) 임금은 효율성 상위 50%업체 평균 • 2012년: 표준지급(기준인원 1명+대당 0.137명)

주: \* 2008, 2012년 자율버스 및 지선전환버스 기준임.

(표 계속)

원가항목		원가세부항목 및 산정방법
보 유 비	임원직 관리원 인건비	(항목) 급여, 퇴직급여, 복리후생비(법정+기타) (기준) • 2008년: 표준지급(관리원 대당 0.2791명, 임원 0.02명) 임금은 효율성 상위 50%업체 평균 • 2012년: 업체별 고정비에 보유대수별 변동비 지급(한도인원 폐지, 한도대비 절감액의 50% 인센티브 지급)
	정비비	(기준) • 2008년: 운행거리당 표준지급(35.221원/km) • 2012년: 운행거리당 표준지급(39.545원/km)
보 유 비	보험료	(기준) 보유차량에 표준가액 (공제조합 기본분담금의 표준요율 적용) (표준요율) • 2008년: 대인1 100%, 대인2 115 대물100% • 2012년: 한도내 실비지급 (한도대비 절감액의 50% 인센티브 지급) 대인1 80%, 대인2 100%, 대물95%
	차량감가 상각비	(기준) 9년 정액법(=차량가액*1/9)
	차고지비	(기준) • 2008년: 업체별 등급지정: 1천~7천원(중형은 대형의 70% 적용) • 2012년: 보유차량에 대해 업체별 표준가액에 따라 차등지급(공영차고지 이용하는 경우와 자가 및 기타임차인 경우로 구분)
	기타	(기준) • 2008년: 효율성 상위 50%업체 평균 • 2012년: 업체별 고정비에 보유대수별 변동비 지급

주: \* 2008, 2012년 자율버스 및 지선전환버스 기준임.

<표 V-46>에서 알 수 있듯이 현재의 표준운송원가 구조에서는 약 70%로 가장 큰 비중을 차지하는 기사 인건비와 연료비는 업체별 실비지급하므로 사실상 나머지 30%에서 비용절감을 유도할 수 밖에 없는데, 이 역시 각 지자체에서 자체적으로 운송원가를 산출할 기준이 없기 때문에 업체가 제출하는 실적치를 기준으로 삼을 수밖에 없다. 하지만 지금까지처럼 업체의 운영비용을 전액 지원해주는 비용정산체계에서는 버스업체는 실적치 자체를 감소시키기보다 증가시킬 유인이 강하다.

먼저 서울시의 표준운송원가는 대체로 실적치 위주인데, 경기도 및 대구시에서는 운송원가의 절감을 위해 실제원가보다 낮은 수준에서 표준운송원가를 산정하고 있다.<sup>179)</sup> 따라서 서울시의 경우도 업체의 비용 전부를 보상해주기 보다는 표준운송원가에 목표원가 개념을 도입하여 표준운송원가 금액을 낮출 필요가 있다. 이에 추가하여 연간 업체평가에 따라 지급하는 추가 성과이윤의 비율을 높여<sup>180)</sup> 버스업체의 버스업체의 경영효율화 및 업체 간 경쟁 유발 요인으로 작용할 수 있도록 해야 한다.

179) 경기도의 경우 원칙적으로 민영제 이지만 적자노선 등에 ‘운영개선지원금’이라는 명목으로 재정지원을 하고 있다. 이러한 제도는 전국에서 경기도만 시행하고 있으며 감사원과 국민권익위원회의 우수사례로 뽑히기도 하였다. 적자노선 및 금액을 산정하기 위해서 회계법인을 통해 ‘경영 및 서비스평가 용역’을 매년 수행하고 이를 기준으로 업체별 지원금액이 결정된다. 이를 위해 운송원가를 산정할 때 실적치를 이용하는 서울시와 달리 경기도에서는 운송원가 항목중 서비스의 품질에 영향을 주지 않는 비용항목(유류비 등)의 단위구입비의 상한선(중위값=인정단가)를 적용하여 단위구입비가 이를 초과할 경우 실적단가가 아닌 인정단가로 적용하는 경기도 고유의 운송원가 산정방식을 이용하고 있다. 대구시의 경우도 표준원가 산정을 목표원가 개념으로 제시하여 버스업체의 비용절감노력을 유도한 사례가 있었으나 지자체와 지방버스조합의 합의가 원만히 이루어지지 않아 “수입금공동관리 지침 등 무효소송” 등의 갈등사례도 있었다.

180) 윤혁렬 외(2011)은 경기도는 전체 시내버스업체 재정지원금 중 인센티브 금액이 차지하는 비중이 2010년 기준 약 24%인데 비해 서울시는 1.7%에 불과하다고 보고하였다.

## VI. 결론

### 1. 연구결과의 요약과 정책적 시사점

#### 1) 연구결과의 요약

우리나라의 시내버스운송업은 2004년 서울시를 시작으로 현재는 대부분의 대도시에서 준공영제를 도입하여 시행 중이다. 준공영제에 대한 긍정적인 평가도 있지만, 최근에는 해당 지자체의 재정지원액이 급격하게 증가하여 재정부담이 커지는 문제가 심각하게 제기되고 있다.

이에 본 연구에서는 우리나라 7개 대도시의 시내버스운송업에 대해 비용구조 및 준공영제 시행 여부가 요소가격 및 총비용에 미친 영향을 분석하였다. 본 연구는 서울시 및 광역시의 시내버스업체를 노동, 연료, 정비, 자본 요소를 투입하여 일반버스-km, 좌석버스-km를 생산하는 다수산출물 기업형태로 상정하였다. 다음으로 반복결합일반화최소자승법(ITSUR)을 이용해 추정된 푸리에 총비용함수로부터 일반버스와 좌석버스 간 비용보완성 및 규모의 경제성을 추정하였다. 또한 준공영제를 시행하는 5개 도시와 시행하지 않는 2개 도시를 구분하는 더미변수와 준공영제 시행 더미와 요소가격의 교차항을 통해 준공영제가 총비용과 요소가격에 미치는 영향을 분석하였다. 마지막으로 시내버스업체의 비용구조 분석을 통해 도출된 시내버스업체 구조개편방안의 효과 역시 추정하였다.

본 연구의 분석결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 우리나라 시내버스운송업의 생산기술은 요소 간 단위대체탄력성을 가지지 않고, 산출량에 대한 비용탄력성이 상수가 아닌 동시에 요소가격과 산출량을 분리할 수 없는 특성을 가지고 있는 것으로 나타났다. 또한 국내 시내버스운송업에는 비용함수의 형태로 초

월대수 함수형태가 아니라 푸리에 함수형태가 더 적합하였다.

둘째, 시내버스업체는 고정비율 유형의 생산기술 특징을 가지고 있기 때문에 대체로 요소가격의 변화에 비탄력적인 것으로 나타났다. 한편 노동과 자본, 연료와 자본 간은 보완관계로 나타났고, 노동과 정비, 정비와 자본은 대체관계로 나타났다.

셋째, 규모의 경제성은 산출량 구성비율과 산출량 규모에 따라 결정된다. 산출량 구성비율이 전체평균일 때, 즉 일반버스와 좌석버스-km의 비중이 90:10인 경우 290대까지 규모의 경제성이 존재하고 400대 이상에서도 규모의 불경제를 보이지 않는 것으로 나타났다. 반면 일반버스와 좌석버스의 비중이 유사할 경우에는 70~80대 이상에서 규모의 불경제를 보인다. 이로써 일반버스와 좌석버스 간에는 범위의 불경제가 존재할 것으로 예상되었다. 결국 국내 시내버스운송업은 산출물별로는 규모의 경제성이 존재하지만 범위의 불경제로 인해 전반적인 규모의 경제는 한정적으로 존재하는 것으로 분석되었다.

넷째, 일반버스-km와 좌석버스-km 간의 비용보완성 역시 규모의 경제성과 마찬가지로 산출량 구성비율과 산출량 규모에 따라 결정되는 것으로 나타났다. 비용보완성 추정결과 일부 특정한 구성비율과 규모를 제외하면 대부분의 경우 일반버스와 좌석버스-km 간에는 범위의 불경제가 존재하는 것으로 분석되었다.

다섯째, 산출량 구성비율별로 최소효율규모가 다르다. 국내 7개 대도시 전체를 대상으로 할 경우에는 일반버스와 좌석버스-km의 비중이 90:10일 때 업체별 평균차량대수는 91대인데 비해 최소효율규모는 약 350대이다. 일반버스만 운행하는 경우 최소효율규모는 약 450대까지 증가한다. 한편 도시별 최소효율규모는 도시별로 다소 차이가 있지만 약 300대~500대로 대형화하는 것이 비용 측면에서 경제적인 것으로 나타났다.

여섯째, 준공영제는 버스업체의 총비용과 운전기사의 임금을 상승시키고, 운행적자분을 전액 보상받기 때문에 수익성이 낮은 광역버

스의 감축, 경제적인 CNG차량으로의 교체 등에 비협조적인 것으로 나타났다. 준공영제 시행시 총비용은 미시행시에 비해 약 16.4%가 증가하고, 노동가격을 상승시킨다. 연료와 자본가격에도 준공영제가 영향을 주는 것처럼 나타났으나, 이는 준공영제 시행도시의 좌석버스 비중이 더 높기 때문인 것으로 준공영제와 직접 관련 있는 것은 아니다.

일곱째, 서울 시내버스업체들을 대상으로 좌석버스의 분리 및 이관, 업체 대형화를 포함하는 구조개편방안의 효과를 재정지원금 절감액으로 추정하였다. 서울 시내버스업체들이 보유한 좌석버스 대수는 약 410대로 이들 모두를 경기도로 이관하게 되면 서울시의 시내버스 대수는 7,329대에서 6,919대 정도로 줄어들게 된다. 이로 인해 재정지원금은 2008년 기준 2,300억원에서 1,925억원으로 약 375억원이 절감된다. 한편 서울시 시내버스업체의 평균규모가 약 122대인데 이를 약 300대까지 대형화하면 원가보상율이 0.84에서 0.90으로 개선되고 연간 재정지원금은 1,117억원으로 감소한다.

## 2) 정책적 시사점

앞에서 요약된 연구결과를 이용하여 비용 측면에서의 우리나라 시내버스운송업의 구조개편방안과 준공영제의 개선방안에 대한 정책적 시사점을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 자본요소의 자기편대체탄력성이 준공영제 이후 유의한 양수로 변한 것은 준공영제 하에서의 재정지원이 대당 표준운송원가에 의해 이루어지므로 업체 스스로 차량대수를 감축하기 보다는 증가시킬 유인이 되는 현재의 상황을 나타낸다. 따라서 지자체 차원에서 예비차량 등의 감축, 수익성이 낮은 광역노선의 이관 등의 정책을 추진하여도 실제로는 실현되지 않고 있는 것이다. 결국 차량감축과 관련된 사항은 강제적으로 추진하거나 대당 표준운송원가에 의해

재정지원이 이루어지는 현재의 재정지원방식의 변화가 필요하다고 판단된다.

둘째, 정비요소의 자기가격탄력성이 0.943, 즉 1에 가까운 값으로 추정되어 가장 탄력적인 요소로 분석되었으며 이는 업체가 생산요소의 가격 상승이나 외부 위기상황 등의 발생에 대해 가장 전략적으로 줄이는 생산요소가 정비요소임을 의미한다. 그러나 정비가격에 따른 노동수요의 교차탄력성이 0.592로 다른 교차가격탄력성이 0.001~0.346의 값을 갖는 것에 비해 상당히 크게 나타났고 이는 정비를 소홀하게 하게 되면 운행 중 고장 등이 발생하여 운전기사가 효율적으로 버스운행을 할 수 없게 되는데, 그 영향이 다른 요소간의 영향 보다 크다는 것을 의미한다. 이러한 결과를 통해 운영비용을 줄이고자 가장 탄력적인 정비비용을 줄이거나 준공영제 시행 이후 인당 재정지원이 이루어지는 운전기사와 달리 해당 지원이 이루어지는 정비원수를 줄여 보다 많은 이익을 남기고자 한다면 총비용 중에서 운전기사 인건비가 51.51%를 차지하는 가장 큰 비용요소인 노동비용을 증가시킬 수 있음을 고려하여 적정수준의 정비는 유지해야 함을 시사한다.

셋째, 일반버스와 좌석버스 서비스 간에는 범위의 불경제가 존재하므로 각각 전문화하여 운행하는 것이 비용 측면에서 더 경제적인 것으로 나타났다. 특히 본 연구에서는 산출량 구성비율과 규모에 따라 범위의 경제성이 어떻게 달라지는지를 분석하였는데, 거의 모든 산출량 구성비율과 규모에서 범위의 불경제가 존재하여 종합적으로 일반버스와 좌석버스 간에 분리를 구조개편방안의 첫 번째로 제시할 수 있었다. 만약 산출량 구성비율이나 규모에 따라 범위의 경제성이 존재하는 경우가 생긴다면, 일률적인 분리방안을 제안할 수 없었을 것이다. 따라서 현재 서울시가 추진하는 광역버스 노선면허의 경기도 이관정책은 이론적 타당성이 있다. 광역버스의 주 이용객이 경기도민이고, 낮은 수익성으로 인해 서울시의 부담요인이 되는 광역버스를 서울 시내버스업체에서 분리하여 경기도 등으로 이관하게



되면 약 16.28%의 재정지원금이 절감될 것으로 추정되었다.

따라서 재정지원금은 2008년 기준 2,300억원에서 1,925억원으로 약 375억원이 절감된다. 만약 좌석버스가 아닌 일반버스를 동일대수를 감축할 경우에 연간 114억원이 절감되는 것으로 추정되어 일반버스보다는 좌석버스를 우선적으로 감축하는 것이 더 효과적인 것으로 나타났다. 이때 좌석버스 노선면허의 대당 재정지원금액이 약 연간 9,100만원으로 추정되었으므로 서울시에서는 좌석버스의 내구연한을 고려하여 적정 금액을 보상해서라도 시내버스업체로부터 해당 버스 노선에 해당하는 버스들을 구입하여 경기도 등으로 이관하는 적극적인 조치를 취해야 할 것이다. 한편 이러한 적극적인 조치 없이 업체의 자발적인 이관을 기대하는 것은 앞서 분석한 자본요소의 자기가격탄력성 등의 결과에서도 언급하였듯이 어려울 것으로 판단된다.

그러나 사회적 관점에서 일반버스와 좌석버스의 결합운행이 반드시 나쁜 선택이라 할 수는 없다. 일부이긴 하지만 범위의 경제가 존재할 가능성을 확인하였고<sup>181)</sup>, 좌석버스의 분리 대신에 유인규제(incentive regulation)를 통해 비용 측면의 경제성을 개선할 수도 있다.

넷째, 본 연구에서는 범위의 경제성 지수 산정시와 마찬가지로 산출량 구성비율과 규모에 따라 규모의 경제성이 어떻게 달라지는지를 분석하였는데 규모의 경제성 지수는 범위의 경제성과 달리 산출량 구성비율에 따라 다양하게 나타났다. 따라서 본 연구에서는 좌석버스의 분리를 첫 번째 개편방안으로 제시하였고 이때의 최소효율 규모를 제시한 것이다.<sup>182)</sup>

본 연구결과에 따르면 국내 시내버스업체 전체평균은 91대가 업체 평균이지만 일반버스만 운행할 경우에는 약 450대에서 최소효율규모를 제시하였고, 서울시의 경우는 122대의 평균 보유대수를 약 500대까지 대형화 할 것을 제안하였다. 500대의 규모는 서울시와 유사

---

181)  $p1=0.9$ 일때 110~210대 범위에서는 범위의 경제가 존재하는 것으로 나타났다. ([그림 V-5] 참조)

182) 만약 좌석버스의 분리가 현실적으로 어렵다면 업체별 산출량 구성비율에 따라 업체별로 최소효율규모가 달라질 것이다.

한 차량대수를 보유한 런던시의 버스업체들의 평균 규모가 약 431대이고, 500대 이상 대형업체가 상당수 존재하는 것에 미루어 판단하면 서울시의 여건에 적합하게 산정된 것으로 판단된다.

하지만 국내 시내버스업체는 가장 규모가 큰 업체가 302대를 보유하고 있으며 200대 이상 업체도 6개에 불과하므로 300대 이상의 규모로 대형화 하였을 때 실제 비용절감효과는 확신할 수는 없다. 따라서 서울시의 경우 약 300대로 대형화 할 경우 현재 60개의 업체는 약 23개의 업체로 줄어들고 운송원가 역시 약 6.34%가 줄어들게 된다. 이는 원가보상율을 0.84에서 0.90로 증가시키고 재정지원금액은 807.71억원을 절감시킨다.

본 연구에서 제안한 대형화 방안에 따른 총 절감액을 집계한 금액은 상당히 큰 것으로 나타났으나, 실제 평균비용(원/대-km)의 차이는 규모에 따라 그 차이가 미미하다.<sup>183)</sup>

따라서 본 연구에서 제시한 도시별 최소효율규모 범위를 참고하여 도시별 상황에 맞게 대형화를 추진하는 것이 합리적이다. 따라서 도시내의 시내버스 차량대수를 고려하여 과점이나 독점이 되지 않도록 적정 버스업체수를 유지할 수 있도록 하여야 할 것이다.

마지막으로, 현재 재정지원의 기준이 되는 표준운송원가에 대한 수정 및 보완이 주요 쟁점이 되고 있지만 실제로 표준운송원가의 주요 비용항목인 운전기사 인건비와 연료비가 실비지급되는 상황에서 나머지 비용항목의 조정만으로 재정지원금액을 크게 낮추는 것은 거의 불가능하다. 국내 준공영제 재정지원방식이 실질적으로 cost-plus contracts 방식이기 때문에, 장기적으로 재정지원방식의 변화가 필요하고, 단기적으로는 목표원가의 도입과 성과이윤의 확대가 필요하다.

---

183) 예를 들면 서울시에서 일반버스만 운행할 경우 300대의 평균비용과 100원 미만의 차이 내에 있는 규모는 171~526대, 500대의 평균비용과 100원 미만의 차이 내에 있는 차량대수는 약 287~1,030대에 달한다.

## 2. 논문의 한계 및 향후 연구방향

본 연구의 한계점과 향후 연구방향을 지적하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서 이용한 자료의 기준년도는 2008년이다. 본 연구에서는 2008년과 2012년의 표준운송원가를 토대로 한 요소비용과 점유율 및 업체수를 비교한 결과 비용구조의 변화가 크지 않은 것으로 판단하였다. 또한 2008년 대비 2012년 서울시의 표준운송원가 항목별 증가율은 산정하여 이를 2008년 자료에 적용하여 요소가격을 2012년 기준으로 변환한 자료를 재구축하고, 이를 대상으로 비용함수를 추정하는 등 동일한 분석과정을 수행한 결과 평균비용 및 한계비용은 약 13% 가량 증가하지만, 가격탄력성과 규모 및 범위의 경제성, 최소효율규모는 차이가 매우 미미한 것으로 나타났다.

따라서 2008년 기준 자료를 이용하였지만 2013년 현재의 시내버스 운송업의 비용구조를 판단하는 것에 큰 무리가 없는 것으로 판단하였다. 특히 2008년도에 준공영제를 시행하는 도시와 시행하지 않는 도시가 모두 존재하여 준공영제 효과를 추정할 수 있었던 것은 긍정적으로 평가하였다.

하지만 그럼에도 불구하고 여전히 2008년의 자료 이용에는 최근의 시내버스업체들의 경향을 반영하는 데에는 한계가 있을 것으로 예상된다. 본 연구에서 2008년 자료의 한계를 극복하기 위해 요소가격을 2012년 기준으로 변환하여 분석하기는 하였지만, 산출량과 요소투입량 등은 변환할 수 없었기 때문이다. 또한 서울시와 여러 광역시들을 동일 기준으로 분석하기 위해 자료를 구축하면서 도시의 특성이 충분히 반영되지 않은 면이 있다. 예를 들어 광주시의 경우 광역버스의 역할을 하는 좌석버스와 직행좌석버스가 주로 광주시의 시내버스업체에서 운행하는 반면, 인천시의 경우 광역버스 기능을 삼화고속 등 고속버스업체와 시외버스업체에서 주로 담당하고 있기에 시내버스업체를 대상으로 하는 이번 연구에서 제외되었다는 점 등을 들 수 있다.

둘째, 본 연구에서는 확률적 비용변경 접근법을 이용하여 시내버스운송업의 비효율성을 도출하고자 하였으나, 제1종 실패가 발생하여 이를 적용할 수 없었다. 따라서 본 연구에는 포함시키지 못하였으나 시내버스운송업에 대한 기존의 다른 연구들의 경우 확률적 비용변경 접근법을 적용한 사례가 있으므로 보다 적절한 설명변수를 도입하고 자료의 범위를 확대한다면 분석을 시도할 수 있을 것으로 향후 연구과제로 남겨두기로 한다.

셋째, 본 연구결과는 시내버스업체가 좌석버스를 일반버스와 함께 운행하는 것은 비용 측면에서 경제적이지 못하므로 좌석버스를 분리하도록 제안하였을 뿐 좌석버스를 준공영제를 미시행하는 경기도 등 타 지자체에서 운행하는 것이 좋을지 시외버스업체 혹은 고속업체에서 운행하는 것이 좋을지에 대해서는 분석하지 않았다. 이는 향후 시외버스업체 및 고속버스업체까지 자료를 구축하여 버스서비스별 결합생산에 따른 범위의 경제성 분석을 통해 판단할 수 있을 것이다.

넷째, 다수산출물 산업특성을 반영하기 위해서는 물리적 산출량만으로 표현할 수 있는 부분에 대해서는 산출량 집계변수로 표현하고 이것으로 표현할 수 없는 질적 특성에 대해서는 적절한 속성변수를 선택하여 비용함수에 직접 도입하여 표현하는 것이 적절하다. 그러나 자료의 한계로 추정된 비용함수에 속성변수, 예를 들면 네트워크 길이나 평균속도, 운행횟수, peak/base ratio 등을 반영할 수 없었다. 특히 본 연구와 같이 횡단면 자료를 이용할 경우 업체들의 이질성 등으로 서비스의 질을 반영하도록 권고하고 있으나,<sup>184)</sup> 다행히 본 연구에서 추정된 비용함수의 잔차 분포상 이질성 문제는 크지 않은 것으로 나타났다.

다섯째, 본 연구에서 제안한 대형화 방안은 시내버스업체만을 대상으로 할 뿐이고, 어떠한 방식으로 대형화를 하는 것이 좋을지에 대해서는 제시하지 않았다. 즉 마을버스, 시외버스, 고속버스와 같은

---

184) Viton(1981) 참조.

업체는 포함되지 않았고, 대형화의 방식도 동일대표자에 의해 버스 운송그룹으로 운영하는 방안과 완전한 통폐합을 하는 방안 등 여러 방식이 있을 수 있겠으나 이에 대해서는 제시하지 않았다. 또한 실제 버스업체의 인허가 문제 등 정책적, 제도적 구조는 비용함수에 반영할 수 없었으므로 본 연구의 결과는 단지 비용 측면에서 대형화의 효과를 판단한 것이다.

마지막으로 국내 시내버스운송업의 문제는 업체의 영세성이 주요 원인이 아니므로 대형화 방안으로 당면한 문제가 모두 해결될 수는 없다. 다만 국내 대도시의 시내버스운송업의 비용구조 분석결과 도시별로 차이는 있지만 대체로 300대~500대 사이에서 비용 효율적이므로 도시별 현황에 맞게 대형화하는 것이 비용 측면에서 바람직하다는 것이다. 런던시의 경우에도 업체별 버스대수의 분포가 63대~885대까지 다양하고, 특히 하나의 대형 버스그룹이 복수의 버스업체를 포괄하여 운영하는 형태가 많았으며, 런던시 뿐 아니라 다른 도시에서도 버스를 운행하는 등 버스업체의 경영구조가 다양한 형태를 지니고 있으므로 이를 참고할 필요가 있다.<sup>185)</sup>

또한 일률적인 대형화는 바람직하지 못하다. 도시별로 차고지의 위치, 노선의 길이 및 서비스 면적 등에 따라 지나친 버스업체의 대형화는 불필요한 운행을 증가시킬 수 있으며, 업체 간 적절한 경쟁은 운영효율성에 반드시 필요하기 때문이다.

---

185) 국내의 경우에서 KD운송그룹이나 선진그룹이 이에 해당한다.

## 참고문헌

- 국찬표 · 홍광현 · 정영식(2006), “국내 은행산업의 규모 및 범위의 경제에 관한 연구: 선형스플라인 비용함수를 이용하여”, 재무연구, 제19권, 119-154.
- 권태범 · 이상인(2006), 『시내버스 준공영제 성과분석 및 개선방안』, 대구경북연구원.
- 김민정 · 김제철(2006), “항공운송산업의 비용구조분석: 밀도, 규모 및 범위의 경제성 도출을 중심으로”, 대한교통학회지, 제24권, 143-153.
- 김상호 · 손용엽(1995), “지역별 제조업의 비용함수 추정”, 지역연구, 제11권, 1-17.
- 김성수(1997), “서울 시내버스운송업의 규모의 경제성 분석”, 환경논총, 제35권, 54-70.
- 김성수 · 김민정(2001), “서울시내버스 운송업의 규모 및 범위의 경제성 분석”, 대한교통학회지, 제19권, 89-102.
- 김윤수(1995), 『한국 전기통신산업의 비용함수 추정 및 자연독점성 검증』, 서울대학교 박사학위논문.
- 김점산(2012), 『경기도 버스운송업체 경영 및 서비스평가 발전방안 연구』, 경기개발연구원.
- 김지효(2009), 『비용함수 추정을 통한 한국제조업의 KLEM 요소간 생산구조 분석』, 서울대학교 석사학위논문.
- 김지효 · 허은녕(2010), “정규성 개선에 중점을 둔 제조업 에너지 수요구조모형연구: 오목성 조건을 만족하는 Translog 비용함수 모형”, 자원환경경제연구, 제19권, 633-658.
- 김태승(1999), 『육송화물운송업 비용특성과 탈규제의 경제적 효과』, 서울대학교 박사학위논문.
- 남성일(1990), “한국 제조업의 대체탄력성과 노동수요탄력성: Translog 비용함수에 대한 추정”, 경제학연구, 제38집, 359-384.

- 노승원(2007), 『확률적 비용변경접근법을 이용한 서울 시내버스 업체의 효율성 분석』, 서울대학교 환경대학원 석사학위논문.
- 류미희(2000), 『공로화물운송업의 비용함수 추정』, 한양대학교 석사학위논문.
- 모창환 외(2007), 『버스준공영제의 평가와 개선방안 연구』, 한국교통연구원.
- 박수범 · 박태규(2007), “병원의 단기비용함수 추정과 규모의 경제”, 경제학연구, 제55집, 5-37.
- 박승규 · 김의준(2009), “지역별 광공업 총요소생산성 분해”, 지역연구, 제25권, 23-43.
- 박준환(2009), 『버스준공영제 시행에 따른 지방자치단체의 재정부담과 과제』, 국회입법조사처.
- 박진경(2007), 『한국과 일본 철도산업의 비용구조와 생산성 분석: 철도산업의 구조개편방안 및 민영화방안과 관련하여』, 서울대학교 환경대학원 박사학위논문.
- 박진경 · 김성수(2004), “일반초월대수비용함수모형을 이용한 한국 철도산업의 규모 및 범위의 경제성 분석”, 대한교통학회지, 제22권, 159-173.
- 배양선(1998), 『한국 철도산업의 규모 및 범위의 경제성 분석』, 서울대학교 환경대학원 석사학위논문.
- 서울특별시의회(2012), 『서울시 버스 준공영제 운영 지원체계 개선방안: 표준운송원가 개선 방안을 중심으로』.
- 손양훈(1993), “전력산업의 규모의 경제성에 관한 연구”, 경제학연구, 제41집, 29-47.
- 수도권교통조합(2007), 『수도권 광역버스 운행체계 개선방안 연구』.
- 신동선(1997), “시내버스운송산업의 비용구조”, 교통정책연구, 제4권, 23-38.
- 오미영 · 김성수(2005), “서울의 대중교통체계 개편에 따른 시내버스업체의 생산성 변화”, 대한교통학회지, 제23권, 53-61.

- 오미영 · 김성수(2008), “서울의 대중교통체계 개편에 따른 시내버스업체의 생산성 변화(사고비용을 고려한 자료포락분석기법을 이용하여)”, 대한교통학회지, 제26권, 77-86.
- 윤혁렬 외(2011), 『서울시 버스 준공영제 발전방안 연구』, 서울시정개발연구원.
- 이달석(2001), “한국 제조업의 에너지 수요 변화요인에 관한 연구”, 경제학연구, 제49집, 87-110.
- 이명헌(2011), “패널자료를 이용한 쌀생산비함수 추정”, 시장경제연구, 제40집, 107-131.
- 이명호 외(1993), 『통신산업의 비용함수 추정(1)』, 통신개발연구원.
- 이명호 외(1994), 『통신산업의 비용함수 추정(2)』, 통신개발연구원.
- 이범규(2011), 『대전광역시 시내버스 준공영제 개선방안 연구』, 대전발전연구원.
- 이상규 · 김정인(1999), “은행지점의 X-효율성 추정과 결정요인 분석: 푸리에 신축형 비용함수의 적용”, 경영학연구, 제28권, 1133-1162.
- 이성원 · 조준행(1993), 『시외버스 중장기 육성방안 연구』, 교통개발연구원.
- 이시철 · 유세종(2008), 『준공영제 등 시내버스체계 개편의 과정과 성과 평가: 대전광역시 사례』, 도시행정학보.
- 이영수 · 이민환(2007), “상호저축은행의 경영효율성 분석”, 금융연구, 제22권, 91-122.
- 이태원(2009), 『지방도시 시내버스업체의 효율성 분석』, 서울대학교 환경대학원 석사학위논문.
- 전상민(2011a), 『CNG버스의 경제성 비교분석 및 효율적 지원 확대방안』, 한국운수산업연구원.
- 전상민(2011b), 『버스준공영제 시행에 따른 재정지원 및 세제지원 방안 연구』, 한국운수산업연구원.
- 정운찬 외(2000a), “우리나라 은행산업의 효율성 분석: Fourier



- Flexible 비용함수의 분석을 중심으로”, 경제학연구, 제48집, 85-114.
- 정운찬 외(2000b), “우리나라 증권산업의 효율성 분석: Fourier Flexible 비용함수의 분석을 중심으로”, 금융학연구, 제5권, 145-185.
  - 조규석(2011), 『수도권 광역버스 승객 안전수송 및 효율적 운행방안 연구』, 한국운수산업연구원.
  - 조규석 외(2012), 『버스 준공영제의 평가 및 효율적 운영방안에 관한 연구』, 한국운수산업연구원.
  - 지홍민(2004), “손해보험산업의 준범위의 경제 측정”, 보험개발연구, 제5권, 29-66.
  - 진병용(1997), “우리나라 은행산업의 규모 및 범위의 경제 분석: 트랜스로그 비용함수 및 이윤함수 모형을 중심으로”, 재정금융연구, 제4권, 169-214.
  - 하헌구·이경미(2002), 『우리나라 철도산업의 비용특성에 관한 연구』, 교통개발연구원.
  - 한광호·김상호(1996), “한국 제조업의 생산요소, 수요구조: 생산 기술, 요소의 수요탄력성 및 대체탄력성 추정”, 경제학연구, 제44집, 137-163.
  - 한종학·양시훈(2011), 『준공영제 시행 인천시내버스 운영 비용 구조 및 특성 분석』, 인천발전연구원.
  - 함시창·유승민(2000), “한·미·일 자동차산업에서의 개별기업별 효율성 비교연구: Fourier Flexible 비용함수의 분석을 중심으로”, 경제학연구, 제48집, 103-137.
  - Bailey, F. E. and A. F. Friedlaender(1982), “Market Structure and Multiproduct Industry”, Journal of Economic Literature, Vol.XX, 1024-1048.
  - Barnett, W. A.(1983), “New indices of money supply and the

- flexible Laurent demand system”, *Journal of Business and Economic Statistics*, Vol. 1, 7-23.
- Barnett, W. A.(1985), “The Minflex-Laurent Translog Flexible Functional Form”, *Journal of Econometrics*, Vol. 30, 33-44.
  - Barnett, W. A.(2002), “Tastes and Technology: Curvature is Not Sufficient for Regularity”, *Journal of Econometrics*, Vol. 108, 199-202.
  - Baumol, W. J., J. C. Panzar, and R. D. Willig(1982), 『Contestable Markets and the Theory of Industry Structure』, Harcourt Brace Jonanovich.
  - Berechman, J.(1983), “Cost, Economies of Scale and Factor Demand in Bus Transport”, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.17, 7-24.
  - Berechman, J. and G. Giuliano(1984), “Analysis of the Cost Structure of an Urban Bus Transit Property”, *Transportation Research*, Vol. 18B, 273-287.
  - Berechman, J. and G. Giuliano(1985), “Economies of Scale in Bus Transit: a Review of Concepts and Evidence”, *Transportaion*, Vol. 12, 313-332.
  - Berechman, J.(1987), “Cost Structure and Production Technology in Transit: and Application to the Israeli Bus Transit Sector”, *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 17, 519-534.
  - Berger, A. N., G. A. Hanweck, and D. B. Humphrey(1987), “Competitive Viability in Banking: Scale, Scope, and Product mix economies”, *Journal of Monetary Economics*, Vol. 23, 501-520.
  - Berger, A. N. and L. J. Mester(1997), “Inside the Black Box: What explains differences in the efficiencies of financial institutions?”, *Journal of Banking and Finance*, Vol. 21, 895-947.

- Berger, A. N., J. H. Leusner, and J. J. Mingo(1997), “The Efficiency of Bank Branches”, *Journal of Monetary Economics*, Vol. 40, 141-162.
- Berndt, E. R.(1991), 『The Practice of Econometrics: Classic and Contemporary』 .
- Cambini, C. and M. Filippini(2003), “Competitive Tendering and Optimal Size in the Regional Bus Transportation”, *Annals of Public and Cooperative Economics*, Vol. 74, 163-182.
- Caves, D. W., L. R. Christensen, and J. A. Swansom(1980a), “Productivity in U.S. Railroads, 1951-1974”, *Bell Journal of Economics*, Vol. 11, 166-188.
- Caves, D. W., L. R. Christensen, and J. A. Swansom(1980b), “Productivity Growth, Scale Economics, and Capacity Utilization in U.S. Railroads, 1955-1974”, *American Economic Review*, Vol. 71, 994-1002.
- Chiang J. S.-E. and Y.-W. Chen(2005), “Cost Structure and Technological Change of Local Public Transport: the Kaohsiung City Bus Case”, *Applied Economics*, Vol. 37, 1399-1410.
- Christensen, L. R., D. W. Jorgensen, and L. J. Lau(1973), “Transcendental Logarithmic Production Frontiers”, *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 55, 28-45.
- Colburn, C. B. and W. K. Talley(1992), “A Firm Specific Analysis of Economies of Size in the U.S. Urban Multiservice Transit Industry”, *Transportation Research B*, Vol. 26, 195-206.
- Creel, M. and M. Farrell(2001), “Economies of Scale in the U.S. Airline Industry after Deregulation: a Fourier Series Approximation”, *Transportation Research E*, Vol. 37, 321-336.
- Cubukcu, K. M.(2008), “Examining the Cost Structure of Urban bus Transit Industry: Does Urban Geography Help?”, *Journal*

of Transport Geography, Vol. 16, 278-291.

- Dalen, D. M. and A. Gomez-lobo(2003), “Yardsticks on the Road: Regulatory Contracts and Cost Efficiency in the Norwegian Bus Industry”, *Transportation*, Vol. 30, 371-386.
- De Borger, B. and K. Kerstens(2006), 『The Performance of Bus-Transit Operators』, Document de travail du LEM.
- De Rus, G. and G. Nombela(1997), “Privatisation of Urban Bus Services in Spain”, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 31, 115-129.
- Di Giacomo, M. and E. Ottoz(2010), “The Relevance of Scale and Scope Economies in the Provision of Urban and Intercity Bus Transit”, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 44, 161-187.
- Eastwood, B. J. and A. R. Gallant(1991), “Adaptive Rules for Semiparametric Estimators that Achieve Asymptotic Normality”, *Econometric Theory*, Vol. 7, 307-340.
- Farsi, M., M. Filippini, and M. Kuenzle(2006), “Cost Efficiency in Regional Bus companies: An Application of Alternative Stochastic Frontier Models”, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 40, 95-118.
- Farsi, M., A. Fetz, and M. Filippini(2007), “Economics of Scale and Scope in Local Public Transportation”, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 41, 345-361.
- Filippini, M. and P. Prioni(2003), “The Influence of Ownership on the Cost of Bus Service Provision in Switzerland: an Empirical Illustration”, *Applied Economics*, Vol. 35, 683-690.
- Fraquelli, G., M. Piacenza, and G. Abrate(2004), “Regulating Public Transit Systems: How do urban-intercity diversification and speed-up measures affect firms’ cost performance?”,

- Annals of Public and Cooperative Economics, Vol. 75, 193-225.
- Gallant, A. R.(1981), “On the Bias in Flexible Functional Forms and an Essentially Unbiased Form: The Fourier Flexible Form”, Journal of Econometrics, Vol. 15, 211-245.
  - Gallant, A. R.(1982), “Unbiased Determination of Production Technologies”, Journal of Econometrics, Vol. 20, 285-323.
  - Guilkey, D. K. and C. A. K. Lovell(1980), “On the Flexibility of the Translog Approximation”, International Economic Review, Department of Economics, University of Pennsylvania and Osaka University Institute of Social and Economic Research Association, Vol. 21, 137-147.
  - Harmatuck, D. J.(1981), “A Motor Carrier Joint Cost Function”, Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 15, 135-153.
  - Harmatuck, D. J.(1991), “Economies of Scale and Scope in the Motor Carrier Industry: An Analysis of the Cost Functions for Seventeen Large LTL Common Motor Carriers”, Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 25, 135-151
  - Humphrey, D. B. and B. Vale(2004), “Scale Economies, Bank Mergers, and Electronic Payments: A Spline Function Approach”, Journal of Banking and Finance, Vol. 28, 1671-1696.
  - Hunt, L. C.(1984), “Energy and Capital: Substitutes or Complements? Some Results for the UK Industrial Sector”, Applied Economics Vol. 16, 783-789.
  - Iacono, M. J.(2006), 『Modeling the Cost Structure of Public Transit Firms: the Scale Economies Question and Alternate Functional Forms』, University of Minnesota, Master's Thesis.
  - Ida, T. and M. Suda(2004), “The Cost Structure of the Japanese Railway Industry: The Economies of Network Density and of Scope and Cost Gap between Japan's Regional Railway

- after Privatization”, International Journal of Transport Economics ,Vol. 31, 23-37
- Iseki, H.(2008), “Economies of Scale in Bus Transit Service in the USA: How does cost efficiency vary by agency size and level of contracting?”, Transportation Research A, Vol. 42, 1086-1097.
  - Ivaldi, M. et al.(1996), “Comparing Fourier and Translog Specifications of Multiproduct Technology: evidence from an incomplete panel of French farms”, Journal of Applied Econometrics, Vol. 11, 649-667.
  - Ivaldi, M. and G. J. McCullough(2001), “Density and Integration Effects on Class I U.S. Freight Railroads”, Journal of Regulatory Economics, Vol. 19, 161-182
  - Jara Diaz, S. R.(1982), “The Estimation of Transport Cost Functions: a methodological review”, Transport Reviews, Vol. 2, 257-278.
  - Karlaftis, M. G., P. McCarthy, and K. C. Sinha(1999), “System Size and Cost Structure of Transit Industry”, Journal of Transportaion Engineering, Vol. 125, 208-215.
  - Karlaftis, M. G. and P. McCarthy(2002), “Cost Structures of Public Transit Systems: a panel data analysis”, Transportation Research E, Vol. 38, 1-18.
  - Kim, H. Y.(1987), “Economies of Scale and Scope in Multiproduct Firms: evidence from U.S. Railroads”, Applied Economics, Vol. 19, 733-741
  - Kuenzle, M.(2005), 『Cost efficiency in Network Industries: Application of Stochastic frontier analysis』, the degree of Doctor of Science, Swiss Federal Institute of Technology Zurich.

- Lawrence, W. C. and R. P. Shay(1986), 『Technology and Financial Intermediation in a Multiproduct Banking Firm: An Econometric Study of U.S. Banks, 1970–1982』, in C. Lawrence and R. Shay ed., Technical Innovation, Regulation and the Monetary Economy. Boston: Ballinger, 1986.
- Lawrence W. C., K. W. Chau, and C. W. Cheung(2012), “Scale Economies of the Franchised Buses and Ferries of Hong Kong, 1948–1998”, Review of Urban and Regional Development Studies, Vol. 24, 121–140.
- Le Compte, R. L B and S. D. Smith(1990), “Change in the Cost of Intermediation: the Case of Savings and Loans”, Journal of Finance, Vol. 45, 1337–1346.
- Matas, A. and J.-L. Raymond(1998), “Technical Characteristics and Efficiency of Urban Bus Companies: The case of Spain”. Transportation, Vol. 25, 243–263.
- Mitchell, K. and N. M. Onvural(1996), “Economies of Scale and Scope at Large Commercial Banks: Evidence from Fourier Flexible Functional Form”, Journal of Money, Credit and Banking, Vol. 28, 178–199.
- Obeng, K.(1985), “Bus Transit Cost, Productivity and Factor Substitution”, Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 19, 183–203.
- Ottoz, E., G. Fornengo and M. Di Giacomo(2009), “The Impact of Ownership on the Cost of Bus Service Provision: an example from Italy”, Applied Economics, Vol. 41, 337–349.
- Oum, T. H. and C. Yu(1994), “Economic Efficiency of Railways and Implications for Public Policy: A Comparative Study of the OECD Countries’ Railways”, Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 28, 121–138.

- Panzar, J. C. and R. D. Willig(1977), “Economies of Scale in Multi-Output Production”, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 91, 481-493.
- Panzar, J. C. and R. D. Willig(1981), “Economies of Scope”, *American Economic Review, Papers and Proceedings*, Vol. 71, 268-272
- Piacenza, M.(2006), “Regulatory Contracts and Cost Efficiency: Stochastic Frontier Evidence from the Italian Local Public Transport”, *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 25, 257-277.
- Pulley, L. B. and Y. M. Braunstein(1992), “A Composite Cost Function for Multiproduct Firms with and Application to Economies of Scope in Banking”, *Review of Economics and Statistics* Vol. 74, 221-230.
- Roller, L.-H.(1990), “Proper Quadratic Cost Functions with an Application to the Bell System”, *Review of Economics and Statistics*, Vol. 72, 202-210.
- Roy, W. and Y. Croissant(2008), 『Improving Urban Public Transport Performances by Tendering Lots: an econometric estimation of natural monopoly frontiers』, 25e Journées de Microéconomie Appliquée, Saint Denis.
- Roy, W. and A. Yvrande-Billon(2007), “Ownership, Contractual Practices and Technical Efficiency: The Case of Urban Public Transport in France”, *Transport, Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 41, 257-282.
- Scheffler, R., K-H, Hartwig and R. Malina(2013), “The Effect of Ownership Structure, Competition, and Cross-Subsidisation on the Efficiency of Public Bus Transport”, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 47, 371-386.
- Singh, S. K.(2005), “Costs, Economies of Scale and Factor



Demand in Urban Bus Transport: an analysis of Municipal Transport Undertakings in India”, *International Journal of Transport Economics*, Vol. 32, 171-194.

- Tauchen, H., F. D. Fravel and G. Gilbert(1983), “Cost Structure of the Intercity Bus Industry”, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 17, 25-47.
- Thompson, G. D.(1988), “Choice of Flexible Functional Forms: Review and Appraisal”, *Western Journal of Agricultural Economics*, Vol. 13, 169-183.
- Viton, P. A.(1981), “A Translog Cost Function for Urban Bus Transit”, *The Journal of Industrial Economics*, Vol. 29, 287-304.
- Viton, P. A.(1992), “Consolidations of Scale and Scope in Urban Trainsit”, *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 22, 25-49.
- Viton, P. A.(1993), “How Big Should Transit Be? evidence on the benefits of reorganization from the San Francisco Bay Area”, *Transportation*, Vol. 20, 35-57.
- Willams, M. and A. Dalal(1981), “Estimation of the Elasticities of Factor Substitution in Urban Bus Transportation: a cost function approach”, *Journal of Regional Science*, Vol. 21, 263-275.
- Willams, M. and C. Hall(1981), “Returns to Scale in the United States Intercity Bus Industry”, *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 11, 573 - 584.
- Walter, M.(2008), “Economies of Scale and Scope in Germany’s Urban Public Transport”, Paper presentation at the 7th Conference on Applied Infrastructure Research 2008.

## [부록 A] 초월대수 총비용함수모형의 추정결과

<표 A-1> 초월대수 총비용함수모형 추정결과의 결정계수

방정식	관찰점수	파라미터	$R^2$
총비용함수	159	28	0.945
노동요소점유율식	159	6	0.741
연료요소점유율식	159	6	0.474
정비요소점유율식	159	6	0.248

<표 A-2> 초월대수 총비용함수의 1차항 계수 추정결과

독립변수		계수추정치	표준오차	z-통계량
$\alpha_0$	상수	4.998	0.039	127.62***
$\alpha_1$	일반버스 대キロ( $\ln Y_1$ )	0.697	0.025	27.89***
$\alpha_2$	좌석버스 대キロ( $\ln Y_2$ )	0.195	0.009	22.84***
$\beta_l$	노동가격( $\ln P_l$ )	0.558	0.008	70.26***
$\beta_f$	연료가격( $\ln P_f$ )	0.249	0.007	37.83***
$\beta_m$	정비가격( $\ln P_m$ )	0.058	0.003	17.34**
$\beta_k$	자본가격( $\ln P_k$ )	0.135	0.003	49.92**
$\eta_1$	$D_1$	0.135	0.032	4.26***
$\eta_6$	<i>Busan</i>	-0.028	0.015	-1.84*
$\eta_7$	<i>region_1</i>	-0.125	0.021	-6.03***
$\eta_8$	<i>region_2</i>	-0.056	0.022	-2.58**

주: z-통계량의 \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 나타냄.

<표 A-3> 초월대수 총비용함수의 2차항 계수 추정결과

독립변수		계수추정치	표준오차	z-통계량
$\gamma_{ll}$	$\ln pl \times \ln pl$	0.222	0.011	20.36***
$\gamma_{lf}$	$\ln pl \times \ln pf$	-0.119	0.008	-15.83***
$\gamma_{lm}$	$\ln pl \times \ln pm$	-0.005	0.005	-1.08
$\gamma_{lk}$	$\ln pl \times \ln pk$	-0.097	0.004	-21.84***
$\gamma_{ff}$	$\ln pf \times \ln pf$	0.150	0.007	20.67***
$\gamma_{fm}$	$\ln pf \times \ln pm$	-0.004	0.003	-1.16
$\gamma_{fk}$	$\ln pf \times \ln pk$	-0.027	0.004	-6.58
$\gamma_{mm}$	$\ln pm \times \ln pm$	0.001	0.003	0.04
$\gamma_{mk}$	$\ln pm \times \ln pk$	0.009	0.002	3.80***
$\gamma_{kk}$	$\ln pk \times \ln pk$	0.116	0.004	28.33***
$\delta_{11}$	$\ln y1 \times \ln y1$	0.127	0.040	3.16***
$\delta_{12}$	$\ln y1 \times \ln y2$	-0.030	0.003	-11.64***
$\delta_{22}$	$\ln y2 \times \ln y2$	0.044	0.002	20.38***
$\phi_{l1}$	$\ln pl \times \ln y1$	0.006	0.005	1.29
$\phi_{l2}$	$\ln pl \times \ln y2$	-0.003	0.001	-5.70***
$\phi_{f1}$	$\ln pf \times \ln y1$	0.002	0.004	0.52
$\phi_{f2}$	$\ln pf \times \ln y2$	0.003	0.001	6.20***
$\phi_{m1}$	$\ln pm \times \ln y1$	-0.006	0.002	-3.08***
$\phi_{m2}$	$\ln pm \times \ln y2$	0.001	0.001	3.57***
$\phi_{k1}$	$\ln pk \times \ln y1$	-0.003	0.001	-1.89*
$\phi_{k2}$	$\ln pk \times \ln y2$	-0.001	0.001	-3.20***
$\eta_l$	$\ln pl \times D1$	0.048	0.008	6.40***
$\eta_f$	$\ln pf \times D1$	-0.029	0.006	-4.70***
$\eta_m$	$\ln pm \times D1$	-0.009	0.003	-2.88***
$\eta_k$	$\ln pk \times D1$	0.040	0.047	0.85

주: z-통계량의 \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 나타냄.

## [부록 B] 일반버스만 운행하는 업체들에 대한 총비용함수모형의 추정결과

본 연구에서 구축한 시내버스업체 159개 중에서 일반버스만 운행하는 업체가 105개이다. 전체 업체를 대상으로 추정한 총비용함수에서 일반버스만 운행하는 경우를 분석하기 위해서는 광역버스 산출물에 0의 값을 대입해야 하는데, 자연대수항을 취한 산출량 변수에서는 이와 같이 하기가 어렵다.

이에 105개의 일반버스만 운행하는 업체들을 대상으로 총비용함수를 별도로 추정하였다. 전체 표본을 대상으로 한 총비용함수와 동일하게 푸리에 총비용함수를 추정하였다. 추정결과 삼각함수항이 통계적으로 유의하지 않았고 계수추정치 절댓값이 0에 가까웠으므로 총비용함수의 특성이 초월대수 총비용함수와 유사하다.

<표 B-1> 푸리에 총비용함수모형 추정결과와 결정계수

방정식	관찰점수	파라미터	$R^2$
총비용함수	105	22	0.950
노동요소점유율식	105	5	0.760
연료요소점유율식	105	5	0.449
정비요소점유율식	105	5	0.231

<표 B-2> 푸리에 총비용함수의 계수 추정결과

독립변수		계수추정치	표준오차	z-통계량
$\alpha_0$	상수	5.036	0.033	151.42***
$\alpha_1$	일반버스 대キロ( $\ln Y_1$ )	0.939	0.027	34.22***
$\beta_l$	노동가격( $\ln P_l$ )	0.571	0.008	70.51***
$\beta_f$	연료가격( $\ln P_f$ )	0.237	0.006	39.01***
$\beta_m$	정비가격( $\ln P_m$ )	0.054	0.004	15.26**
$\beta_k$	자본가격( $\ln P_k$ )	0.139	0.003	47.98**
$\gamma_{ll}$	$\ln l \times \ln l$	0.206	0.010	19.91***
$\gamma_{lf}$	$\ln l \times \ln f$	-0.117	0.004	-29.79***
$\gamma_{lm}$	$\ln l \times \ln m$	0.003	0.005	0.61
$\gamma_{lk}$	$\ln l \times \ln k$	-0.091	0.006	-15.63***
$\gamma_{ff}$	$\ln f \times \ln f$	0.170	0.003	53.09***
$\gamma_{fm}$	$\ln f \times \ln m$	-0.010	0.002	-5.40***
$\gamma_{fk}$	$\ln f \times \ln k$	-0.042	0.003	-12.35***
$\gamma_{mm}$	$\ln m \times \ln m$	-0.004	0.004	-0.96
$\gamma_{mk}$	$\ln m \times \ln k$	0.010	0.003	3.47***
$\gamma_{kk}$	$\ln k \times \ln k$	0.123	0.005	23.31***
$\delta_{11}$	$\ln y_1 \times \ln y_1$	-0.004	0.093	-0.04
$\phi_{l1}$	$\ln l \times \ln y_1$	0.001	0.007	0.09
$\phi_{f1}$	$\ln f \times \ln y_1$	0.008	0.006	1.44
$\phi_{m1}$	$\ln m \times \ln y_1$	-0.004	0.003	-1.66*
$\phi_{k1}$	$\ln k \times \ln y_1$	-0.004	0.002	-2.06**
$\eta_l$	$\ln l \times D1$	0.062	0.009	6.83***
$\eta_f$	$\ln f \times D1$	-0.042	0.007	-6.36***
$\eta_m$	$\ln m \times D1$	-0.013	0.004	-3.00***
$\eta_k$	$\ln k \times D1$	0.070	0.021	3.35***
$\eta_1$	$D_1$	0.177	0.029	6.13***
$\eta_6$	Busan	-0.017	0.005	-3.26***
$\eta_7$	region <sub>1</sub>	-0.026	0.011	-2.35**
$\eta_8$	region <sub>2</sub>	-0.022	0.007	-3.02**
$a_1$	cos_z1	-0.001	0.022	-0.05
$b_1$	sin_z1	-0.006	0.009	-0.67

주: z-통계량의 \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 나타냄.

## [부록 C] 2012년도 기준 변환 자료를 이용한 총비용함수모형의 추정결과

2008년도 기준 자료에 2008년도 표준운송원가와 2012년도 표준운송원가의 요소별 증가율을 작용하여 2012년도 기준 자료로 변환한 뒤, 이를 대상으로 푸리에 총비용함수를 추정한 결과는 다음과 같다. 이 결과는 2008년도 기준 자료를 대상으로 추정한 결과와 거의 유사하다. 비용구조 분석을 위해서 전체 업체를 대상으로 한 경우(N=159)와 일반버스만 운행하는 업체를 대상으로 한 경우(N=105)를 모두 추정하였다.

<표 C-1> 푸리에 총비용함수의 1차항 계수 추정결과(N=159)

독립변수			계수추정치	표준오차	z-통계량
$\alpha_0$	상수		4.745	0.230	20.57***
$\alpha_1$	일반버스 대キロ( $\ln Y_1$ )		0.553	0.029	18.81***
$\alpha_2$	좌석버스 대キロ( $\ln Y_2$ )		0.576	0.073	7.91***
$\beta_l$	노동가격( $\ln P_l$ )		0.556	0.008	69.75***
$\beta_f$	연료가격( $\ln P_f$ )		0.263	0.007	39.62***
$\beta_m$	정비가격( $\ln P_m$ )		0.057	0.003	16.96***
$\beta_k$	자본가격( $\ln P_k$ )		0.123	0.003	48.02***
$\eta_1$	준공영제 더미( $D_1$ )		0.152	0.027	5.71***
$\eta_6$	부산 더미( <i>Busan</i> )		-0.012	0.007	-1.60
$\eta_7$	광주, 대구, 울산더미( <i>region</i> <sub>1</sub> )		-0.040	0.011	-3.70***
$\eta_8$	대전, 인천 더미( <i>region</i> <sub>2</sub> )		-0.023	0.010	-2.23**
$a_1$	삼각 함수항	(cos_z1)	-0.099	0.041	-2.45**
$b_1$		(sin_z1)	-0.086	0.015	-5.56***
$a_2$		(cos_z2)	-1.220	0.242	-5.05***
$b_2$		(sin_z2)	0.145	0.164	0.88
$a_{12}$		(cos_z12)	-0.071	0.012	-5.73***
$b_{12}$		(sin_z12)	0.043	0.007	5.96***

주: z-통계량의 \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 나타냄.

<표 C-2> 푸리에 총비용함수의 2차항 계수 추정결과(N=159)

독립변수		계수추정치	표준오차	z-통계량
$\gamma_{ll}$	$\ln pl \times \ln pl$	0.216	0.009	24.96***
$\gamma_{lf}$	$\ln pl \times \ln pf$	-0.126	0.005	-28.02***
$\gamma_{lm}$	$\ln pl \times \ln pm$	-0.001	0.004	-0.27
$\gamma_{lk}$	$\ln pl \times \ln pk$	-0.089	0.004	-21.13***
$\gamma_{ff}$	$\ln pf \times \ln pf$	0.169	0.004	41.85***
$\gamma_{fm}$	$\ln pf \times \ln pm$	-0.009	0.002	-4.43***
$\gamma_{fk}$	$\ln pf \times \ln pk$	-0.033	0.003	-9.97***
$\gamma_{mm}$	$\ln pm \times \ln pm$	0.001	0.003	0.22
$\gamma_{mk}$	$\ln pm \times \ln pk$	0.010	0.002	4.49***
$\gamma_{kk}$	$\ln pk \times \ln pk$	0.112	0.004	29.60***
$\delta_{11}$	$\ln y1 \times \ln y1$	0.490	0.124	3.94***
$\delta_{12}$	$\ln y1 \times \ln y2$	-0.048	0.003	-15.34***
$\delta_{22}$	$\ln y2 \times \ln y2$	0.160	0.030	5.430***
$\phi_{l1}$	$\ln pl \times \ln y1$	0.006	0.005	1.11
$\phi_{l2}$	$\ln pl \times \ln y2$	-0.003	0.001	-5.94***
$\phi_{f1}$	$\ln pf \times \ln y1$	0.003	0.004	0.76
$\phi_{f2}$	$\ln pf \times \ln y2$	0.003	0.001	6.45***
$\phi_{m1}$	$\ln pm \times \ln y1$	-0.006	0.002	-3.05**
$\phi_{m2}$	$\ln pm \times \ln y2$	0.001	0.001	3.36***
$\phi_{k1}$	$\ln pk \times \ln y1$	-0.003	0.002	-2.19**
$\phi_{k2}$	$\ln pk \times \ln y2$	-0.001	0.001	-3.50***
$\eta_l$	$\ln pl \times D1$	0.051	0.007	6.89***
$\eta_f$	$\ln pf \times D1$	-0.036	0.006	-5.88***
$\eta_m$	$\ln pm \times D1$	-0.009	0.003	-2.59**
$\eta_k$	$\ln pk \times D1$	0.054	0.026	2.11**

주: z-통계량의 \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 나타냄.

<표 C-3> 푸리에 총비용함수의 계수 추정결과(N=105)

독립변수		계수추정치	표준오차	z-통계량
$\alpha_0$	상수	5.172	0.034	153.90***
$\alpha_1$	일반버스 대키로( $\ln Y_1$ )	0.939	0.027	34.28***
$\beta_l$	노동가격( $\ln P_l$ )	0.572	0.008	70.14***
$\beta_f$	연료가격( $\ln P_f$ )	0.245	0.006	39.33***
$\beta_m$	정비가격( $\ln P_m$ )	0.054	0.004	15.31**
$\beta_k$	자본가격( $\ln P_k$ )	0.129	0.003	46.74**
$\gamma_{ll}$	$\ln pl \times \ln pl$	0.205	0.010	20.03***
$\gamma_{lf}$	$\ln pl \times \ln pf$	-0.123	0.004	-30.28***
$\gamma_{lm}$	$\ln pl \times \ln pm$	0.004	0.005	0.68
$\gamma_{lk}$	$\ln pl \times \ln pk$	-0.085	0.006	-15.26***
$\gamma_{ff}$	$\ln pf \times \ln pf$	0.174	0.003	52.82***
$\gamma_{fm}$	$\ln pf \times \ln pm$	-0.010	0.002	-5.48***
$\gamma_{fk}$	$\ln pf \times \ln pk$	-0.041	0.003	-11.89***
$\gamma_{mm}$	$\ln pm \times \ln pm$	-0.004	0.004	-0.90
$\gamma_{mk}$	$\ln pm \times \ln pk$	0.010	0.003	3.54***
$\gamma_{kk}$	$\ln pk \times \ln pk$	0.116	0.005	23.06***
$\delta_{11}$	$\ln y1 \times \ln y1$	-0.004	0.095	-0.04
$\phi_{l1}$	$\ln pl \times \ln y1$	0.001	0.007	0.05
$\phi_{f1}$	$\ln pf \times \ln y1$	0.008	0.006	1.43
$\phi_{m1}$	$\ln pm \times \ln y1$	-0.004	0.003	-1.67*
$\phi_{k1}$	$\ln pk \times \ln y1$	-0.004	0.002	-2.09**
$\eta_l$	$\ln pl \times D1$	0.063	0.009	6.87***
$\eta_f$	$\ln pf \times D1$	-0.044	0.007	-6.41***
$\eta_m$	$\ln pm \times D1$	-0.013	0.004	-3.04***
$\eta_k$	$\ln pk \times D1$	0.067	0.021	3.24***
$\eta_1$	$D_1$	0.177	0.029	6.20***
$\eta_6$	Busan	-0.017	0.005	-3.33***
$\eta_7$	region <sub>1</sub>	-0.026	0.011	-2.37**
$\eta_8$	region <sub>2</sub>	-0.022	0.007	-3.04**
$a_1$	cos_z1	-0.001	0.023	-0.05
$b_1$	sin_z1	-0.006	0.009	-0.66

주: z-통계량의 \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 나타냄.



## [부록 D] 런던시의 TfL과 계약한 버스업체의 현황

런던 시내 버스업체의 현황은 런던교통국과 각 버스업체 사이트를 조사한 결과 <표 D-1>과 같이 정리하였다. 버스대수를 확인할 수 없었던 4개 업체를 제외한 18개 업체의 차량대수의 총합은 7754대 이므로 업체별 평균차량대수는 약 431대로 산정되었다.

특히 런던시의 버스업체는 다국적 기업을 포함한 대형 대중교통그룹에 소속된 업체들이 대부분이었다. 버스업체의 규모는 63대~885대 까지 분포하고, 우리나라보다 대형업체가 많은 것으로 나타났다.

<표 D-1> 런던시의 버스업체 현황

	업체명	버스그룹	차량 대수	네트워크 비중(%)	비고
1	Abellio London	Abellio	644	4.78	
2	Abellio London West			2.19	
3	Arriva Kent Thameside	Arriva	1500	1.58	TfL과 계약한 런던 버스의 20%를 차지하는 대형그룹
4	Arriva London North	Arriva London		11.08	
5	Arriva London South			5.64	
6	Arriva The Shires	Arriva		0.96	
7	Blue Triangle	Go-Ahead London	1800	1.36	
8	Docklands Buses			1.06	
9	London Central			6.98	
10	London General			10.15	
11	London Sovereign	Transdev	140	1.82	27개국 101,000명, 48,000대
12	London United		885	8.66	
13	Metrobus		450	4.72	싱가포르 기업 소속
14	Metroline	Comfort Delgro	1682	12.08	
15	Metroline West			6.35	
16	Quality Line	Epsom Coaches	90	1.14	
17	Sullivan Buses		63	0.11	
18	Tower Transit		500	3.96	
계			7754		
19	CT Plus	HCT group		0.79	런던시내를 운행하는 차량대수 미확인
20	East London	Stagecoach		8.11	
21	Selkent	UK bus		5.31	
22	First London East	Fist group		1	

자료: <http://www.tfl.gov.uk/> 및 각 업체 사이트.

# Abstract

## Cost Structure of the Korean Urban Bus Transit industry : An Application of the Fourier Flexible Functional Form

Song, Jiyoung

Department of Environmental Planning  
Graduate School of Environmental Studies  
Seoul National University

The purposes of this study are to analyze the cost structure of the urban bus transit industry, to evaluate the effect of quasi-public operation in Korea, and to suggest methods which can save bus operating costs.

The assumption is that the urban bus firms produce two outputs (intracity bus - kilometers, seat bus-kilometers) using four input factors (labor, fuel, maintenance and capital). This study estimates a multiproduct total cost function with the Fourier flexible functional form. The simultaneous equation system consisting of a cost function and the input share equations is estimated with the Zellner's iterative seemingly unrelated regression (ITSUR). The cross-sectional data used in this study, a total of 159 observations, are collected from 7 major cities (Seoul, Busan, Incheon, Daejeon, Daegu, Gwangju, Ulsan) in the year 2008.

This study estimated cost complementarities between intracity bus and seat bus, economies of scale, minimum efficient scale

according to firm size and the proportion of output composition, and the effects of quasi-public operation on total cost and factor price.

The empirical results indicate that first, Fourier flexible form is more suitable for Korean urban bus industry than translog because of the seat bus-km distribution. The trigonometrical terms, also, are significant and the prediction errors of the Fourier performs relatively better than it does in the translog form.

Second, the estimated price elasticities are rather small but relatively maintenance own price elasticity and labor-maintenance cross price elasticity are large. If maintenance cost be reduced, labor cost which is the largest cost factor can be increased. Proper maintenance, therefore, is necessary. Quasi-public operation, meanwhile, should input capital factor inefficiently, so current financial support method which is subsidized by standard transport cost should be improved. While labor-capital and fuel-capital inputs are complementary, labor-maintenance and maintenance-capital are substitutable.

Third, economies of scale and cost complementarities depend on firm size and the proportion of output composition. Korean urban industry has product-specific economies of scale and partially general diseconomies of scale because of diseconomies of scope. Unbundling bus service and enlargement in firm size, about 300~500 vehicles, are more efficient. However, this do not necessarily mean that multiproduct firms are bad choice because economies of scope partially exist and unbundling might be complemented by incentive regulation.

The economic effects according enlargement in Seoul are as

follows: If firm size increase from 122 to 300 vehicles, 60 firms can become 23 firms and transport cost can be reduced by 6.34%p. If firm size become 500 vehicles, the number of firms can be 14 and transport cost can be reduced by 10.72%p.

However, in Korea, the largest firm has only 302 vehicles and firms possessed more than 200 vehicles are six, so the real effects of enlargement to more than 300 vehicles on cost reduction is not certain. The reasons are that enlargement might increase unnecessary services regardless of location of garages, length of route and area of service and competition among firms should be necessary for increasing operational efficiency.

Fourth, quasi-public operation raise not only total cost but driver's wage and make insensitive to reduction of low profitable seat bus or change into economical CNG vehicles. Although quasi-public operation seems to affect fuel and capital price, the direct reason is not quasi-public operation but high seat bus proportion

Finally, it impossible that the improvement of the rest costs substantially can reduce financial subsidies because driver's wage and fuel cost occupy 70% of total cost and become actual cost paid. As Korean quasi-public operation is actually known as the most inefficient contracts, that is cost-plus contracts, the change of financial support approach in the long term and introduction of target cost and expansion of performance incentives in the short term are needed.

There are some relevant weaknesses or subjects to take into consideration for future research. First, the results just suggest unbundling bus services and do not show seat bus operation strategy. Further study should include intercity bus and express

bus industries and estimate economies of scope as joint-production among variable bus service.

Second, for reflecting multiproduct industry characteristics, proper qualitative variables might be included in direct: network length, average speed and peak/base ratio and so on. However, this study do not considered those because of data limitation.

Third, results in this study is targeted only for urban bus firms. As political and institutional regulation are not included in cost function, the results show effects of enlargement in cost aspect.

Finally, enlargement is not a perfect solution because problems on Korean urban bus industry does not depend on totally firm size. However, analysis of the cost structure of the urban bus industry indicate cost efficiency between the 300 to 500 vehicles.

Keywords: urban bus industry, Fourier flexible cost function,  
economies of scale, economies of scope, minimum  
efficient scale, quasi-public operation

Student number: 2008-31073